

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان

عنوان :
**بررسی تاثیر لعاب های مختلف
روی کیفیت کیلکا سوخاری**

مجری:
معصومه رهنما سنگاچینی

شماره ثبت:
۴۶۶۳۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان

عنوان پروژه: بررسی تاثیر لعاب های مختلف روی کیفیت کیلکا سوخاری

شماره مصوب: ۲-۱۲-۹۰۲۳-۱۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان: معصومه رهنما سنگاچینی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرح های ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : معصومه رهنما سنگاچینی

نام و نام خانوادگی همکاران: انوشه کوچکیان، یزدان مرادی، فرشته خدا بنده، حسن صالحی،

سید حسن جلیلی، فریدون رفیع پور، محمود وطن دوست، مینا سیف زاده، افشین فهیم، کبری کمالی ،

فرحناز لکزایی ، علی اصغر خانی پور

نام و نام خانوادگی مشاوران: -

نام و نام خانوادگی ناظر : -

محل اجرا: مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان

تاریخ شروع: ۹۰/۱۰/۱

مدت اجرا: ۲ سال

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه: بررسی تاثیر لعاب های مختلف روی کیفیت کیلکا سوخاری

کد مصوب: ۹۰۲۳-۱۲-۱۲-۲

شماره ثبت (فروست): ۴۶۶۳۲ تاریخ: ۹۳/۱۱/۲۶

با مسئولیت اجرایی سرکار خانم معصومه رهنما سنگاچینی دارای مدرک

تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع طبیعی می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش زیست فناوری آبریان در تاریخ ۹۳/۱۱/۸

مورد ارزیابی و با رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت مدیر روابط عمومی در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبریان

مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه
چکیده		۱
مقدمه		۲
۱. کلیات		۴
۱-۱- کیلکا ماهیان		۴
۱-۲- محصولات روکشدار (Coated products)		۱۰
۱-۳- فرآیند حرارتی		۱۵
۱-۴- فرآیند انجماد و تاثیرات آن		۱۹
۲. سوابق تحقیق		۲۲
۲-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در خارج از کشور		۲۲
۲-۲- مروری بر مطالعات انجام شده در داخل کشور		۲۴
۲-۳- اهداف تحقیق		۲۵
۲-۴- ضرورت انجام تحقیق		۲۵
۲-۵- جنبه نوآوری و جدید بودن تحقیق		۲۷
۳. مواد و روشها		۲۸
۳-۱- مواد و وسایل مورد نیاز		۲۸
۳-۲- محل اجرای تحقیق		۳۱
۳-۳- روش تحقیق		۳۱
۳-۴- ارزیابی فاکتورهای شیمیایی		۳۵
۳-۵- ارزیابی فاکتورهای میکروبی		۳۹
۳-۶- ارزیابی ارگانولپتیک یا حسی (QIM)		۴۰
۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری		۴۱
۴. نتایج		۴۲
۴-۱- ارزیابی ترکیبات شیمیایی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید و طی نگهداری در دمای انجماد		۴۲
۴-۲- ارزیابی شاخص های فساد در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس		۴۵

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه
۳-۴- ارزیابی شاخص های میکروبی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید و طی نگهداری در دمای انجماد		۵۰
۴-۴- ارزیابی حسی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید و طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس		۵۳
۵. بحث		۵۸
۱-۵- ارزیابی ترکیبات شیمیایی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید		۵۸
۲-۵- ارزیابی کیفی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده طی نگهداری به صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سلسیوس		۵۹
۳-۵- ارزیابی شاخصهای شیمیایی فساد در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی مرحله فرآوری و نگهداری در دمای انجماد		۶۰
۴-۵- ارزیابی شاخصهای میکروبی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی مراحل تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس		۶۴
۵-۵- ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیک در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی مراحل فرآوری و نگهداری به صورت منجمد		۶۶
۶- نتیجه گیری نهایی		۶۹
پیشنهاها		۷۰
منابع		۷۳
پیوست		۷۷
چکیده انگلیسی		۸۷

چکیده

این تحقیق با هدف تولید یک محصول جدید با ویژگیهای حسی و بافتی متفاوت انجام شده است. در این پژوهش کیلکای سوخاری با استفاده از لعاب معمولی و تمپورا به دو صورت خام و سرخ شده تولید و برای ارزیابی کیفی و تعیین مدت ماندگاری در سردخانه ۱۸- درجه سلیسیوس نگهداری شد. نتایج نشان داد محتوای پروتئین در کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا در مقایسه با کیلکای سوخاری با لعاب معمولی در سطح ۹۵٪ افزایش معنی دار داشت ($P \leq 0/05$). سرخ کردن کیلکای سوخاری به طور معنی داری بر محتوای چربی کل و رطوبت آن تاثیر داشت، به طوری که میزان رطوبت در کیلکاهای سوخاری سرخ شده نسبت به کیلکای سوخاری خام به طور معنی داری کاهش و میزان چربی افزایش نشان داد ($P \leq 0/05$). در مقایسه ۴ تیمار افزایش معنی داری در میزان پراکسید، تیوباریتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد در نمونه های سرخ شده کیلکای سوخاری نسبت به نمونه های خام مشاهده شد که این امر بیانگر اکسیداسیون چربی در خلال فرآیند پخت است ($P \leq 0/05$). تعداد کلی میکروارگانیسرها و کلیفرم بعد از فرآیند حرارتی کاهش یافت. هر ۴ تیمار کیلکای سوخاری تولیدی طبق استانداردهای ICMSF از نظر بهداشتی دارای کیفیت بالا در فاز صفر بودند. استفاده از لعاب تمپورا در این تحقیق باعث ارتقاء کیفیت محصول از لحاظ تمام صفات ارگانولپتیک شده است و همه شاخصهای بو، طعم و مزه، بافت، تردی و چسبندگی لعاب بین دو تیمار کیلکای سوخاری با لعاب معمولی و کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار نشان داد ($P \leq 0/05$). نتایج آزمونهای آماری، حاکی از کیفیت بهتر کیلکای سوخاری تهیه شده با لعاب تمپورا نسبت به لعاب معمولی از نظر ارزیابی ارگانولپتیک و ارزیابی کیفی نمونه ها در فازهای مختلف نمونه برداری بوده است. با توجه به پیشرفت فساد اکسیداسیونی در کیلکاهای سوخاری در پایان ماه چهارم و غیرقابل قبول شدن نمونه ها از لحاظ ارزیابی حسی مدت ماندگاری کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلیسیوس) ۳ ماه تعیین شد.

کلمات کلیدی: کیلکای سوخاری، لعاب تمپورا، فرآیند حرارتی، ارزش غذایی، کیفیت شیمیایی، میکروبی، خواص ارگانولپتیک، زمان ماندگاری

مقدمه

امروزه یکی از دلایل اصلی کمبود مصرف آبزیان در کشور ما در مقایسه با سایر کشورها عدم وجود تنوع در فرآورده های دریایی و بسته بندی آبزیان می باشد (حسینی، ۱۳۸۸).

با توجه به نیاز روز افزون جامعه به تغذیه از آبزیان و برنامه ریزی جهت افزایش مصرف سرانه آبزیان در برنامه های توسعه اقتصادی، اجتماعی می توان سهم مهمی از این نیاز را از طریق تولید انواع غذاهای نیمه آماده و آماده مصرف تامین نمود. کیلکا ماهیان به دلیل ریز اندام بودن، سریع الفساد بودن و مشکلات مصرف بصورت تازه همواره با استقبال مناسبی برخوردار نبوده و یک بخش بسیار ناچیزی از میزان صید شده آن به مصرف انسانی می رسد. در صورتیکه ماهیان با ارزش غذایی فوق العاده اند خصوصاً به دلیل دارا بودن کلیه اسیدهای آمینه ضروری، سطوح بالای اسید های چرب غیر اشباع و همچنین میکرو المانهای مهم همچون ید و آهن می توانند بعنوان یکی از ماهیان مناسب جهت ماده خام انواع محصولات مورد استفاده قرار گیرد (خانی پور ۱۳۹۰).

با توجه به توسعه زندگی شهری و افزایش گرایش مردم به مصرف غذاهای آماده و نیمه آماده بویژه انواع فرآورده های سوخاری شده بنظر می رسد تولید فرآورده سوخاری از ماهی کیلکا بتواند ضمن تامین بخشی از نیاز های پروتئینی جامعه استفاده ناصحیح این ماهیان در تولید آرد ماهی را کاهش دهد. فرآورده های سوخاری ماهی بویژه در میان کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد. این روش پخت ماهی برای تشویق کودکانی که میانه خوبی با طعم و مزه ماهی ندارند، بسیار کاربردی است. روکش نمودن ماهی بوسیله لعاب و آرد سوخاری موجب می گردد تا این روکش همچون لایه ای محافظ، تاثیر عوامل محیطی نظیر اکسیژن و دمای محیط را نیز بر کیفیت گوشت ماهی به حداقل برساند. محصولات غذایی روکشدار به محصولاتی گفته میشود که توسط یک ماده غذایی دیگر پوشیده شده باشد. غذاهای روکشدار در رژیم غذایی مصرف کنندگان سراسر جهان شناخته شده است. پوششدار کردن با لعابهای مختلف و نانی کردن (Breading) (در اصطلاح عامیانه سوخاری کردن)، باعث بهبود ویژگیهای ظاهری، طعم بهتر، بافت تردتر و جذابیت بیشتر رنگ محصول، بهبود ارزش تغذیه ای محصولات میشود (جورجانی، ۱۳۹۱ و Suderman, 1983). از نظر عملکردی، روکشدار کردن محصولات دریایی سدی در مقابل اتلاف رطوبت ایجاد کرده و از کاهش وزن محصول طی نگهداری به صورت منجمد و نیز هنگام حرارت دادن قبل از مصرف، توسط مصرف کننده جلوگیری میکند. همچنین روکشدار کردن مواد غذایی باعث افزایش ارزش غذایی محصولات از طریق وارد کردن ترکیبات مغذی به روکش فراهم می کند (Venugopal, 2006). از سوی دیگر تحقیقات بسیاری از محققین نشان داده که لعاب زدن و سوخاری کردن ماهیان موجب میگردد تا بهنگام سرخ کردن طولانی ماهیان، جذب چربی در آنها کمتر صورت گیرد که این موضوع از جهت سلامت جامعه و جلوگیری از بروز اضافه وزن، گرفتگی عروق و سایر بیماری ها نیز بسیار حایز اهمیت می باشد (Baker, 1979).

تاثیر روشهای فرآیند پخت ماهی با استفاده از روشهای مختلف چند سالیست توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته بدلیل اینکه هر کدام از روشهای حرارتی مانند سرخ کردن در روغن، پخت با بخار، ماکروویو و یا دمای خشک (فر) می تواند تاثیرات مختلفی بر کیفیت چربی، پروتئین، رطوبت، انواع ویتامین ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه داشته باشد بطوریکه با بررسی تغییرات اختلاف معنی داری بین محصول خام و حرارت داده شده وجود دارد ضمن اینکه روش اعمال فرآیند حرارتی با شدت کم، متوسط و یا بالا می تواند نوسانات مختلفی در ارزش غذایی ماهی داشته باشد و هر قدر فرآیند حرارتی ملایمتر باشد تاثیرات کمتری خواهد داشت (ناصری، ۱۳۹۰).

فرآیند سرخ کردن کیفیت غذاهای سرخ شده را بهبود می بخشد. در فرآیند پختن به طریق سرخ کردن عمیق، چربیها و روغنها به عنوان محیط واسطه انتقال حرارت عمل کرده حرارت را از سطوح داغ دستگاه سرخ کن به سطوح سردتر ماده غذایی غوطه ور در روغن می رسانند. در هنگام سرخ کردن، آب از ماده غذایی تبخیر و بافت خارجی غذا با بافت داخلی آن تفاوت پیدا می کند. روغن نیز بوسیله جذب، جذب سطحی یا عمل متقابل شیمیایی، در غذای سرخ شده یا پوشش آن نفوذ کرده پوسته ای ترد و شکننده به دور غذا تشکیل می شود (مالک، ۱۳۷۴).

هدف از اجرای این تحقیق تولید فرآورده های غذایی جدید و آماده مصرف از کیلکا ماهیان نظیر کیلکای سوخاری و بررسی تاثیر لعاب های مختلف بر ارزش غذایی و عمر ماندگاری محصول تولید شده می باشد. پیش بینی میشود موفقیت و ترویج این پروژه بتواند ضمن تنوع بخشی بیشتر به محصولات سوخاری موجب ایجاد ارزش افزوده برای ماهی کیلکا، بهبود وضعیت اقتصادی صیادان کیلکا و زمینه ساز توسعه و اشتغال بیشتر در کارخانجات فرآوری و بسته بندی آبزیان گردد.

۱- کلیات

۱-۱- کیلکا ماهیان

۱-۱-۱- ویژگی های اختصاصی ماهی کیلکا

بدن این ماهی از دوطرف فشرده و در ناحیه شکم دارای ۲۴ الی ۳۱ کیل سوزنی شکل قوی از ناحیه گلو تا ابتدای مخرج می باشد. باله پشتی دارای ۳ الی ۴ شعاع غیر منشعب و ۱۴ الی ۲۰ شعاع منشعب می باشد، ۲ شعاع آخر باله آنان (مخرجی) مانند ساردین ماهیان درازتر از سایرین می باشد. همچنین فاقد دندان های آرواره ای بوده و دهان پیشین نیز کاملاً فاقد دندان می باشد. خارهای آبششی ۳۸ الی ۴۹ و همچنین فاقد خال یا لکه در امتداد بدن می باشد. طول این ماهی در نمونه های بالغ حداکثر به ۱۷ سانتی متر می رسد. بعضی از گونه ها جهت تخم ریزی وارد دلتای رودخانه می شوند و بعضی از گونه ها به دلتای رودخانه ها وارد نمی شوند و تخمیزی را در دریا انجام می دهند (Aseinova, 1992).

۱-۱-۲- جایگاه کیلکا در سیستم طبقه بندی

کیلکا یکی از مهمترین انواع ماهیان اقتصادی دریای خزر می باشد. این ماهی متعلق به خانواده شگک ماهیان می باشد که در سیستم طبقه بندی در جایگاه زیر قرار می گیرد (Nelson et al., 1998).

Phylum: Chordata

Class: Osteichthys

Order: Clupeiformes

Family: Clupeidae

Genus: *Clupeonella engrauliformis* (Anchovi), *Clupeonella grimmeri* (Large eyed Kilka), *Clupeonella cultriventris* (Common Kilka)

ماهی کیلکا بومی دریای خزر، دریای سیاه و دریای آزوف بوده و به طور کلی در همه قسمت های دریای خزر به ویژه در سواحل یافت می شود. کلید اصلی تشخیص ماهیان این جنس، وجود فلسهای تغییر شکل یافته لب تیز در زیر شکم از گلو تا مخرج و بلند بودن شعاع آخر باله مخرجی است (Gaudant, 1991).

کیلکا یکی از انواع ماهی های شمال است، ۷ تا ۱۰ گرم وزن دارد و طول آن از ۱۰ سانتی متر تجاوز نمی کند. ارزش تغذیه ای آن مانند ماهی های بزرگ و در بعضی موارد از گوشت و مرغ بیشتر است.

کیلکا نوعی ماهی پر چرب است که ۷۳ تا ۷۵ درصد وزن آن را آب و عمده ترین قسمت بافت آن را پروتئین تشکیل می دهد. کیفیت پروتئین این ماهی با توجه به اسید آمینه ضروری آن برابر با گوشت قرمز ولی سریع تر از آن هضم می شود و تا ۹۶ درصد قابلیت جذب دارد. چربی گوشت این ماهی براساس گونه و در فصول مختلف سال متغیر است و اغلب ۸/۲ درصد وزن ماهی را تشکیل می دهد. چربی کیلکا سهل الهضم و از نوع غیر اشباع و حاوی امگا - ۳ است. در گوشت این ماهی، مقادیر زیادی ویتامین های محلول در آب نظیر ویتامین B۱۲ یافت می شود و از نظر ویتامین های A و D غنی است. به دلیل آن که قسمت اعظم بافت ماهی را آب تشکیل می

دهد، در مقایسه با ماهی های پرچرب کم کالری بوده است. ید کیلکا زیاد و به دلیل آن که اغلب به همراه پوست و استخوان مصرف می شود، منبع سرشار از کلسیم بوده است (Smith and Scott, 1965).

تا کنون ۳ گونه از ماهی کیلکا در دریای خزر شناسایی شده که عبارتند از:

۱. کیلکای آنچوی یا آنچوز

۲. کیلکای چشم درشت

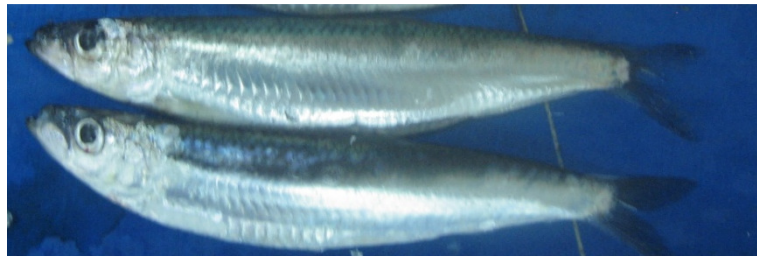
۳. کیلکای معمولی

کیلکای معمولی در بین سه گونه دیگر کیلکا ماهیان بیشترین قابلیت مطابقت با شرایط اکولوژیک دریای خزر را از خود نشان داده است و این ماهی بعنوان یک ماهی مقاوم نسب به شرایط محیطی (شوری و درجه حرارت های متفاوت) می باشد. و به عبارتی کمترین لطمه به ذخایر آن وارد شده است (لالوئی و همکاران، ۱۳۸۵). در دهه اخیر با توجه به تغییرات اکولوژیک، تغییرات جایگاههای صید و تمایل کشتی های صیادی به صیدهای نزدیک به ساحل و اعماق پائین تر، سهم صید کیلکای معمولی نسبت به گونه های دیگر در ترکیب صید افزایش یافته و بخش عمده ماهیان صید شده در صیدگاههای سواحل ایرانی دریای خزر در بندر انزلی، بندر امیر آباد و بندر بابلسر از نوع کیلکای معمولی می باشد. نسبت صید این گونه در برخی موارد حتی به ۹۰-۸۵ درصد صید کل هم می رسد (خانی پور و همکاران، ۱۳۸۹).

۳-۱-۱- کیلکای معمولی

کیلکای معمولی در قسمت های مرکزی و به طور کلی در همه جای دریای خزر از شوری ۳۵ گرم در لیتر تا آب کاملاً شیرین یافت می شود و در فصل بهار به صورت گله ای به طرف ساحل حرکت می کنند. جمعیت و تراکم این ماهیان در قسمت جنوبی دریای خزر نسبت به دو گونه آنچووی و چشم درشت، به مراتب کمتر است. از نظر تخم ریزی قادر است هم در آب شیرین و هم در آب شور تخم ریزی نماید، میانگین تعداد تخم ها ۳۱۲۰۰ عدد می باشد. بلوغ جنسی نر در یک سالگی و ماده ها در دو سالگی صورت می گیرد. ماهی های مولد پس از تخم ریزی سواحل را ترک کرده و به صورت گله های بزرگ در می آیند. گله ها در روز خیلی بزرگ هستند ولی با فرارسیدن تاریکی هر گله بزرگ به گله های کوچک تقسیم می گردد (Aseanova, 1992).

طول کلی این ماهی (از نوک پوزه تا بلندترین قسمت باله دم) ۹ تا ۱۲ سانتی متر است. رنگ بدن در قسمت های جانبی سبز کم رنگ است. اندازه وزن متوسط این ماهی در مناطق مختلف متفاوت می باشد، مثلاً در اندازه گیری های متوسط وزن نر ۳/۴ و ماده ها ۵/۵ گرم است. ولی در منطقه داغستان متوسط وزن نر ۷/۳ و وزن ماده ها ۹/۰۳ گرم می باشد. غذای اصلی این ماهی را پلانکتون های جانوری به ویژه سخت پوستان کوچک و بچه ماهیان تشکیل می دهند (Gaudant, 1991).



تصویر ۱-۱) کیلکای معمولی

۴-۱-۱- پراکنش کیلکای معمولی در دریای خزر

این گونه غالباً در مناطق کم عمق بالای ۱۰۰ متر پراکندگی ندارد. در طی دوره‌های وضعیت نامناسب دریا نواحی تغذیه کیلکا در قسمت‌های میانی و جنوب دریای خزر گسترش می‌یابد. این گونه اصولاً در مناطق ساحلی در اعماق کمتر از ۷۰ متر انتشار دارد و پراکنش گسترده‌ای در اعماق کمتر از ۵۰ متر دارد و در عمق‌های بیشتر از ۳۰۰ متر تقریباً نایاب است. این گونه همچنین وارد رودخانه‌های ولگا، اورال و ترک می‌شود و در بهار طی دوره تخم‌ریزی کیلکای معمولی از محل‌های زمستان‌گذرانی در قسمت‌های شمالی حرکت کرده و به ساحل نزدیک می‌شود و حرکتش را به طرف مناطق کم عمق یعنی جایی که تخم‌ریزی می‌کند، ادامه می‌دهد. در اردیبهشت ماه تراکمش در عمق ۳۰-۲۰ متر جهت تخم‌ریزی افزوده می‌شود ولی اغلب در عمق کمتر از ۱۰ متر تخم‌ریزی می‌کند (Gaudant, 1991).

۵-۱-۱- مشخصات بیوشیمیایی و ارزش غذایی ماهی کیلکا

ماهی به عنوان یکی از با ارزش ترین منابع غذایی به شمار می‌آید زیرا دارای پروتئین و ویتامین‌های مورد نیاز بدن، مواد معدنی و انواع اسیدهای آمینه که در مجموع یک ترکیب غذایی بسیار با ارزش را برای انسان به وجود می‌آورد. بافت‌های مختلف ماهی مانند هر موجود زنده دیگر از آب، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها ساخته شده است، هرچند نسبت هر یک از این مواد در گونه‌های مختلف ماهی‌ها و فصول مختلف ممکن است متغیر باشد اما تغییرات و اختلافات برخی از عناصر سازنده چندان زیاد نمی‌باشد. ترکیبات شیمیایی ماهی کیلکا نیز مانند سایر ماهیان از آب، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها تشکیل شده است، که به طور مختصر در ذیل به آن اشاره می‌گردد. (Kazanchev, 1981 و Anderson et al., 1993).

در ترکیب شیمیایی کیلکا میزان آب حدود ۷۵-۷۲ درصد وزن ماهی را تشکیل می‌دهد که در انواع گونه‌های مختلف کیلکا این درصد متفاوت می‌باشد. از نقطه نظر ارزش غذایی پروتئین عمده ترین قسمت بافت ماهیان می‌باشد. میزان پروتئین در کیلکا ماهیان با توجه به گونه آن‌ها از ۲۰-۱۵ درصد در نوسان می‌باشد و نکته حائز اهمیت این است که ضریب جذب پروتئین ماهی در بدن انسان برابر ۹۶ درصد می‌باشد. گوشت ماهی کیلکا از

نظر اسیدهای آمینه ضروری نظیر لوسین و آرژنین غنی می باشد. غنی بودن پروتئین ماهی کیلکا از اسید آمینه های گوناگون و ضروری این ماهی را در گروه مواد غذایی بسیار خوب قرار داده است (Smith and Sscott, 1965).

نوسان چربی در گونه های مختلف و در فصول مختلف سال به مراتب بیشتر از سایر مواد تشکیل دهنده ماهیان می باشد. این ماهی پس از تخمیزی دارای حداقل چربی و در فصل تغذیه دارای حداکثر میزان چربی می باشد. متوسط چربی ماهی کیلکا ۵/۹ درصد می باشد که در آنچووی این میزان به ۳/۹ درصد می رسد و ضریب جذب چربی آن در بدن انسان تا ۹۱ درصد می باشد (Kellenbarger, 1961).

مواد معدنی موجود در ماهی کیلکا ۲/۷ می باشد که در جدول زیر به طور مجزا در گونه های مختلف به آن اشاره شده است (Smith and Sscott, 1965).

ماهی کیلکا حاوی ویتامین های A و D به مقدار زیاد و ویتامین های E و K به مقدار کمتر می باشد (Kellenbarger, 1961).

جدول ۱-۱) مشخصات یوشیمیایی ماهی کیلکا (درصد) (Smith and Sscott, 1965)

گونه	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	کلسیم (میلی گرم (درصد)	آهن (میلی گرم (درصد)	فسفر (میلی گرم (درصد)	کالری (میلی گرم (درصد)
کیلکای آنچووی	۷۶/۹۵	۱۶/۱۴	۲/۵۳	۳/۳۵	۱/۰۳	۷۹۵/۲۱	۳/۶۹	۴۳۰/۱۷	۹۱/۴۵
کیلکا چشم درشت	۵۶/۷۷	۱۳/۵۵	۵/۰۴	۳/۰۲	۰/۸۳	۷۲۷/۱۸	۱/۷۴	۳۸۶/۵۷	۱۰۳
کیلکا معمولی	۷۲/۷۴	۱۶/۴۱	۷/۵۴	۳/۳۱	۰	۸/۸۳	۳/۰۵	۴۰۱/۱۴	۱۳۳

۶-۱-۱- صید کیلکا ماهیان

اولین صیادان ماهی کیلکا در دریای خزر روس ها بودند که در دهه ۳۰ با استفاده از تورهای تله ای ثابت اینکار را انجام می دادند. و در سال های بعدتر از ابزار صید کارآمدتر که همان تورهای پرسی بود استفاده کردند. روش صید کیلکا با استفاده از تابش نور در زیر آب و تور مخروطی در سال ۱۹۵۱ در دریای خزر عملی گردید. از سال ۱۹۵۴ صید کیلکا با استفاده از لوله های مکنده صورت گرفت که تا پیش از این توسط تورهای مخروطی انجام می گرفت (خانی پور، ۱۳۸۵). در حال حاضر با توجه به هزینه های بالای صید با لوله های مکنده ایرلیفت علیرغم کیفیت بالاتر، کل صید کیلکا ماهیان با استفاده از تور مخروطی و نور زیر آبی انجام می شود (خانی پور، ۱۳۸۵).

اصولا صید کیلکا به دو صورت انجام می گیرد:

۱- صید بوسیله نور زیر آبی و پمپ

۲- صید با تورهای مخروطی بالابر

که در هر دو روش از نور برای جذب ماهی استفاده می شود. ماهیان کیلکا در طول روز بصورت گله ای شنا می کنند که کم کم با تاریک شدن هوا پراکنده می شوند. لذا باید قبل از تاریک شدن هوا با استفاده از دستگاه های ماهی یاب گله های ماهی را رد یابی کرد. و برای جذب ماهیان باید با استفاده از منبع نوری که همان لامپ های غوطه ور الکتریکی هستند، استفاده نمود. برای این منظور باید لامپ ها را مستقیما در عمق مشخص قرار داد تا نور در تمام جهات به طور یکسان پراکنده گردد. منبع نور در صید با استفاده از تلمبه بهتر است در دهانه لوله مکنده قرار گیرد و در صید توسط تورهای قیفی در مرکز تور قرار گیرد. در واقع نور باعث جذب پلانکتون ها می شوند و از آنجایی که پلانکتون ها نیز غذای کیلکا ماهیان هستند باعث جذب آنان میگردد. بطور معمول میزان صید در هر نوبت ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم می باشد (خانی پور، ۱۳۸۵).

در حال حاضر صید کیلکا ماهیان تحت تاثیر عوامل زیر کاهش یافته است:

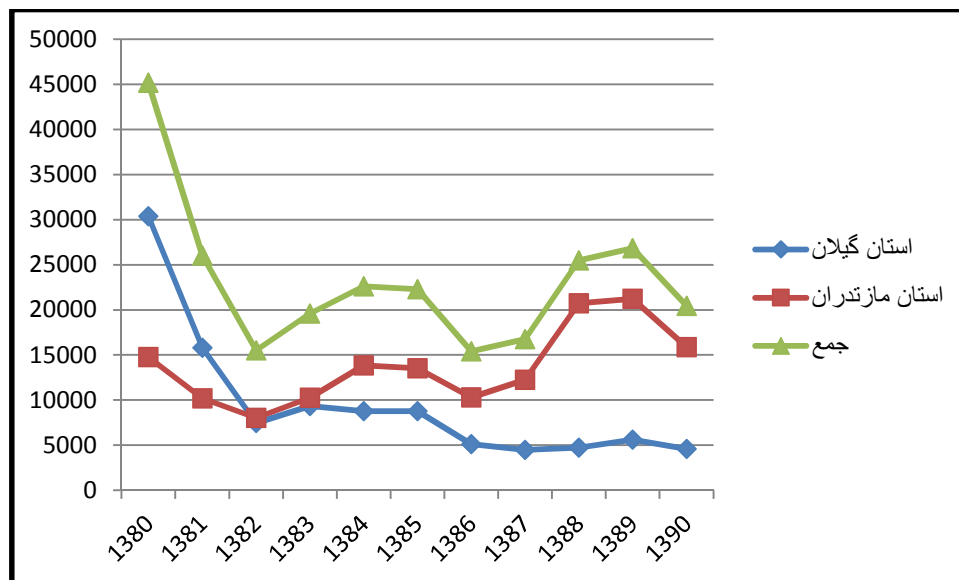
الف) برداشت بی رویه از ذخایر کیلکا ماهیان

ب) برداشت گونه های نابالغ و عدم توجه و رعایت صید استاندارد

ج) حضور شانه دار مهاجم (جلیلی و همکاران ۱۳۸۸)

به دلیل حضور شانه دار مهاجم، صید کیلکا ماهیان سال به سال رو به انزال بوده و از ۱۰۰ هزار تن در سال به ۲۰ هزار تن رسیده است. شانه دار مهاجم به عنوان رقیب کیلکا ماهیان شناخته شده است که موجب شده صید این گونه مغذی دریایی هرساله رو به افول رود. صید کیلکا در سال ۱۳۷۲ به حدود ۸۰ هزار تن رسید اما با ورود شانه دار مهاجم از دریای سیاه ذخایر ماهی کیلکا و میزان صید کاهش پیدا کرد. در سال ۱۳۷۸ میزان صید به کمتر از ۱۰ هزار تن و در سال ۱۳۹۰ میزان صید به ۲۰ هزار تن در سواحل ایرانی از قبیل انزلی، امیرآباد و بابلسر افزایش یافته است (خانی پور، ۱۳۹۱).

در نمودار زیر میزان صید در دو استان شمالی ایران (گیلان و مازندران) مورد بررسی قرار گرفته و آمار و ارقام بیانگر این واقعیت اند که میزان صید در این صیدگاه طی ده سال گذشته کاهش یافته است و این منبع غنی دریای خزر در حال از بین رفتن است.



نمودار ۱-۱) آمار صید ماهی کیلکا در استان های گیلان (صیدگاه بندرانزلی) و مازندران (صیدگاه امیرآباد و بابلسر)

۷-۱-۱-۲- آمار مصرف ماهی کیلکا

امروزه استفاده از منابع آبریزان برای تولید محصولات با ارزش افزوده گسترش یافته است. ماهی کیلکا یکی از مهمترین گونه های ماهیان صنعتی دریای خزر با ارزش غذایی بالا ولی با قیمت پایین می باشد. این ماهی بدلیل ریز جثه بودن، سریع الفساد بودن و رنگ گوشت نسبتا تیره کمتر بصورت تازه مورد استقبال مردم بوده و به همین دلیل از مجموع صید سالانه حدود ۲۰ هزار تن فقط کمتر از ۵ درصد آن یعنی ۱۰۰۰ تن به مصرف انسانی رسیده و مابقی تحویل کارخانجات تولید پودر ماهی میگردد (خانی پور ۱۳۹۱). در خصوص تهیه انواع فرآورده های قابل استحصال از کیلکا برای مصارف دامی می توان به سیلاژ و پودر ماهی اشاره کرد. در مورد فرآورده های قابل استحصال از این ماهی برای مصرف مستقیم انسانی می توان به کیلکا دودی سرد و گرم، ماریناد، نمک شور، خشک و سوخاری، کراکر، کنسرو ماهی کیلکا، سوسیس، خمیر ماهی، FPC، سوریمی، ماهی کیلکا در بسته بندی و کیوم، فیش برگر، روغن کیلکا و چیپس ماهی اشاره کرد (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۸).

آمار مصرف ماهی کیلکای خوراکی، کنسروی، بسته بندی و غیر خوراکی (پودری) در جدول زیر آمده است:

جدول ۱-۲) مصرف ماهی کیلکا (آمار نامه شیلات)

سال	پودری	بسته بندی	کنسروی	تازه خوری	جمع
۸۰	۲۵۳۴۸	۵۹۹/۵	۶۰/۵	۱۱۷/۵	۲۶۷۱۵/۵
۸۱	۱۲۲۹۳/۵	۴۰۱/۵	۸۴۴	۹۸	۱۳۶۳۷
۸۲	۶۳۵۲	۴۱۰	۳۴۸	۸۱	۷۱۹۱
۸۳	۷۹۱۱/۵	۵۴۰/۵	۳۷۹/۵	۹۵/۵	۸۹۲۷
۸۴	۷۱۸۲/۵	۴۶۶/۵	۲۱۳/۵	۸۷/۵	۷۹۵۰
۸۵	۷۹۹۱/۵	۳۵۹/۵	۱۵۹	۱۷۳/۵	۸۶۸۳/۵
۸۶	۴۴۱۸	۳۰۴	۱۰۰/۵	۸۵/۵	۴۹۰۸
۸۷	۳۶۲۷	۳۳۲	۹۰	۱۲۳	۴۱۷۲
جمع	۷۵۱۲۴	۳۴۱۳/۵	۲۷۸۵	۸۶۱/۵	۸۲۱۸۴

۱-۲- محصولات روکشدار (Coated products)

۱-۲-۱- مزایای روکش دار کردن محصولات غذایی

محصولات غذایی روکشدار به محصولاتی گفته میشود که توسط یک ماده غذایی دیگر پوشیده شده باشد. غذاهای روکشدار در رژیم غذایی مصرف کنندگان سراسر جهان شناخته شده است. پوششدار کردن بالابهای مختلف و نانی کردن (Breadng) (در اصطلاح عامیانه سوخاری کردن)، باعث بهبود ویژگیهای ظاهری، طعم بهتر، بافت تردتر و جذابیت بیشتر رنگ محصول، بهبود ارزش تغذیه ای محصولات میشود (Suderman, 1983). از نظر عملکردی، روکشدار کردن محصولات دریایی سدی در مقابل اتلاف رطوبت ایجاد کرده و از کاهش وزن محصول طی نگهداری به صورت منجمد و نیز هنگام حرارت دادن قبل از مصرف، توسط مصرف کننده جلوگیری میکند. همچنین روکشدار کردن مواد غذایی باعث افزایش ارزش غذایی محصولات از طریق وارد کردن ترکیبات مغذی به روکش فراهم می کند (Venugopal, 2006).

مزایای روکشدار کردن محصولات غذایی در جدول (۱-۳) خلاصه شده است.

جدول ۱-۳) مزایای روکشدار کردن محصولات غذایی (Venugopal, 2006)

مزایای روکش دار کردن محصولات غذایی
ایجاد بافت ترد، رنگ و طعم مطلوب و جذاب
افزایش ارزش غذایی محصولات از طریق کاربرد مواد مغذی در ترکیب روکش
ایجاد یک سد در مقابل اتلاف رطوبت در طول نگهداری به صورت منجمد و نیز در زمان گرم کردن
تقویت ساختار ماده غذایی
افزایش وزن ماده غذایی و در نتیجه کاهش هزینه تمام شده محصول نهایی
مانع از خروج مواد طعم دهنده فرار و نیز مانع از جذب بوهای خارجی در زمان نگهداری به صورت منجمد
امکان استفاده از آنتی اکسیدانها (مانند ویتامین E) و یا مواد ضد میکروبی مانند اسیدهای آلی در ترکیب روکش
کاهش میکروبهایی عامل فساد و بیماریزا در محصول به جهت پخت آنها در حین فرآوری
غیرفعال شدن یا کاهش فعالیتهای آنزیمهای پروتولیتیک به جهت فرآیند پخت در حین فرآوری

۲-۲-۱- مراحل تولید محصولات روکشدار

تولید محصولات روکش دار در کارخانه های فرآوری محصولات شیلاتی شامل مراحل زیر است:

قطعه کردن ماهی (Portioning)، قالب زدن (Forming) محصولات خمیری، آردزنی اولیه (Per dusting)، لعاب زنی (Battering)، نانی کردن (Breading)، سرخ کردن سریع (Flash frying)، منجمد کردن، بسته بندی و نگهداری در سردخانه (Venugopal, 2006).

- آرد زنی اولیه

فقدان چسبندگی در فواصل ماده غذایی و روکش باعث کاهش شدید کیفیت محصول نهایی میشود. لذا به منظور بهبود چسبندگی لعاب به سطح مرطوب محصول، قبل از استفاده از لعاب از یک ماده نرم، خشک و پودری استفاده میشود. آردزنی اولیه با کاهش رطوبت سطح ماده غذایی و افزایش چسبندگی باعث تشکیل یک ساختار مناسب در محصول میگردد. ترکیباتی که در این مرحله به طور متداول استفاده میشوند شامل آرد گندم، صمغ، پروتئینها به تنهایی و یا به صورت ترکیب با یکدیگر است. آلبومین تخم مرغ و گلو تن گندم مواد پروتئینی هستند که نسبت به صمغها و آگار چسبندگی بهتری ایجاد میکنند. لذا میتوانند نتیجه بهتری از نظر دیداری و بازده محصول ایجاد کنند. آرد اولیه را میتوان همراه با چاشنیها و ادویه ها استفاده کرد و باعث بهبود طعم محصول شد (Venugopal, 2006).

- لعاب زنی

لعاب مخلوط مایعی است که از آب، آرد، نشاسته و ادویه تشکیل شده است و محصولات غذایی قبل از سرخ شدن در آن فرو برده میشوند. لعاب باعث بهبود طعم، بافت و ظاهر ماده غذایی شده و به عنوان سدی در مقابل

کاهش رطوبت عمل میکند، به طوری که بعد از سرخ کردن محصول، سطح خارجی آن ترد و درون آن نرم و آبدار خواهد بود (Fizman and Salvador, 2003). لعاب باید بتواند یک لایه همگن بر سطح ماده غذایی ایجاد نماید و قبل و بعد از منعقد شدن و طی فرآیند سرخ کردن نهایی به سطح ماده غذایی بچسبد. لعاب باید مقاومت لازم را در مقابل دمای انجماد و نوسانات معمول دمایی طی دوره نگهداری را بدون شکستگی و ایجاد ترک، داشته باشد (Venugopal, 2006).

به طور کلی در فرآیند سوخاری کردن دو نوع لعاب مورد استفاده قرار میگیرد. لعاب چسبناک یا معمولی (Adhesive) و نیز لعاب نوع تمپورا یا پف کرده (Tempura) هر دوی این مخلوطها در ساده ترین صورت از آرد گندم و آب تشکیل شده اند، جز آن که در لعاب تمپورا از پودر نانوائی و یا سایر مواد عمل آورنده خمیر نیز استفاده می شود (شویک لو، ۱۳۷۸).

در تهیه لعاب معمولی، معمولاً سهم لعاب به آب ۱ به ۲ میباشد. میزان بیشتر آب میتواند تثبیت پودر سوخاری را بر سطح ماده غذایی مشکلتر کند و از سوی دیگر منجر به طولانی شدن زمان انجماد محصول شود. آرد گندم و آرد ذرت از ترکیبات اصلی فرمول لعاب هستند. از ترکیبات مهم دیگر لعاب، آرد برنج، نشاسته، نمک، ادویه ها، آرد سویا، صمغ ها و بکینگ پودر میباشد. در نتیجه لعاب یک سیستم بسیار پیچیده ای را تشکیل می دهد که بر هم کنش اجزا آن عملکرد نهایی محصول را تعیین میکند (Venugopal, 2006).

لعاب تمپورا لعابی است که خواستگاه آن کشور ژاپن بوده و در واقع یک لعاب پف کرده است و در ترکیب آن از اجزا عمل آورنده خمیر (Raising/Leavening agents) استفاده میشود. آرد ذرت در لعاب تمپورا یکی از ترکیبات مهم است. لعاب تمپورا یک لایه یکنواخت، ترد، حجیم و سبک بر سطح خارجی ماده غذایی ایجاد میکند (Venugopal, 2006). لعاب تمپورا شامل نشاسته، آرد گندم، آرد ذرت، نمک، روغن، مواد عمل آورنده، آرد سویا، پودر شیر، پودر سفیده تخم مرغ و نشاسته و صمغ میباشد که هنگام استفاده هر ۱/۳ کیلوگرم آن با ۱/۵ لیتر آب مخلوط میشود. نوع افزودنیهای مذکور و مقدار آن تابع مسایل اقتصادی است و قیمت، تعیین کننده اصلی آن است. مخلوط تمپورای غلیظ معمولاً در مواردی به کار میرود که محصول بعد از لعابزنی، آردزنی نشود. این امر در محصولات ژاپنی بیشتر دیده میشود. این مخلوط ضمن ایجاد پوشش محکم روی محصول، ویژگیهای بافتی و خوراکی آن را بهبود می بخشد (شویکلو، ۱۳۷۸). اما کاربرد وسیع لعاب تمپورا به همراه پودرهای سوخاری زمینه ساز یک صنعت مدرن در فرآوری محصولات غذایی شده است (Venugopal, 2006). در مرحله لعاب زنی ماده غذایی توسط نوار از زیر مخزن محل نگهداری لعاب عبور نموده و مایع از داخل مخزن توسط پمپی به روی محصول پاشیده میشود، در حین عبور به دلیل آغشته بودن سطح نوار نقاله قسمت تحتانی قطعات نیز به پوشش مایع آغشته می گردند. همچنین برای اجتناب از قرار گرفتن میزان بیش از حد مورد نیاز از مایع بر سطح

محصول در حال عبور محصول روی نقاله با قرار دادن یک پمپ هوا، این مقدار اضافی مجدداً به مخزن زیر نوار هدایت میشود.

ترکیبات تشکیل دهنده لعاب را میتوان به پنج گروه شامل پلی ساکاریدها، پروتئینها، چربیها و روغنهای هیدروژنه، چاشنیها و آب تقسیم کرد (جدول ۱-۴). هر کدام از این اجزاء، وظیفه خاصی را برای کمک به تأمین خصوصیات منحصر به فرد و عملکرد لعاب ایفا می نمایند.

پروتئینها (مانند پودر شیر، آلبومین تخم مرغ، آرد غلات، دانه های پروتئینی، پروتئینهای تک سلولی ...) ظرفیت جذب آب توسط آرد را افزایش داده و لذا باعث افزایش ویسکوزیته لعاب میشوند.

پلی ساکاریدها (مانند آرد گندم، آرد ذرت، نشاسته اصلاح شده، صمغ ...) در نتیجه اثرات متقابل خود با پروتئینها و لیپیدها باعث بهبود ویسکوزیته و ویژگی تعلیقی (Suapension-charecteristics) لعاب، افزایش ظرفیت امولسیفایری، ظرفیت تشکیل کف، بهبود بافت و افزایش ماندگاری محصولات پوششدار میشود (Venugopal, 2006). نقش چربی در لعاب، تشدید چسبندگی است. از این رو عمل مخلوط کردن لعاب باید به خوبی صورت گیرد. برای جلوگیری از جدا شدن چربی از لعاب پس از اختلاط، لازم است از مواد معلق کننده نظیر شیر، پروتئین سویا، زرده تخم مرغ و حتی معلق کنندهای مصنوعی استفاده شود (شویکلو، ۱۳۷۸) همچنین چربی و روغنهای هیدروژنه در طعم و مزه بهتر محصول تأثیر میگذارد (Venugopal, 2006).

چاشنی ها شامل نمک، شکر و ادویه های مختلف میباشند و در بهبود طعم و مزه موثر بوده و همچنین برخی از ادویه ها میتوانند خاصیت آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریایی داشته باشند. شکر در ترکیب لعاب در طعم و مزه بهتر و همچنین در بهبود ویژگی پلاستیکی (Plasticising) موثر بوده و در واکنش قهوه ای شدن محصول شرکت میکند (Fizman, 2008).

آب به منظور مخلوط شدن اجزاء لعاب به میزان لازم افزوده میشود. آب همچنین در ژلاتینه شدن نشاسته، هیدراسیون پودرهای پروتئینی و بهتر شدن ویسکوزیته استفاده میشود.

در کنار ترکیبات ذکر شده گاهی گروهی دیگر از مواد شامل صمغ ها (Gums) و عمل آورنده های خمیر (Leavening agents) نیز در ترکیبات لعاب استفاده میشوند (Fizman, 2008).

عمل آورنده های خمیر مانند کربنات سدیم، بکینگ پودر و اسیدتارتاریک برای آزاد کردن دی اکسید کربن استفاده می شود تا یک بافت سبک و حجیم توسط لعاب تمپورا ایجاد شود (Fizman, 2008).

صمغ ها نظیر زانتان، آگار و صمغ عربی در کنترل ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در ترکیب لعاب موثر می باشند (Venugopal, 2006).

جدول ۱-۴) ترکیبات اصلی تشکیل دهنده لعاب و عملکرد آنها در لعاب (Fizman, 2008)

گروه ترکیبات	اجزاء	عملکرد آنها در محصول
پلی ساکاریدها	آرد گندم، آرد ذرت، نشاسته اصلاح شده، صمغ	بهبود ویسکوزیته و ویژگی تعلیقی، افزایش ظرفیت امولسیفایری و تشکیل کف، بهبود بافت و افزایش ماندگاری محصولات
پروتئینها	پودر شیر، آلبومین تخم مرغ، آرد غلات، دانه های پروتئینی، پروتئینهای تک سلولی	بهبود ظرفیت جذب آب، افزایش ویسکوزیته لعاب
چربیها / روغنهای هیدروژنه	تریگلیسریدها، اسیدهای چرب	کمک به بافت و طعم، بهبود چسبندگی
ادویه جات	شکر، نمک، ادویه ها	بهبود طعم و مزه، خاصیت آنتیاکسیدانی و آنتی باکتریایی، افزایش اثرات الاستیکی
عمل آورنده لعاب	کربنات سدیم، بکینگ پودر و اسیدتارتاریک	رها کردن دی اکسید کربن
صمغ ها	زانتان، آگار و صمغ عربی	بهبود ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب
آب	ژلاتینه کردن نشاسته، آبدار کردن پروتئینها،	بهبود ویسکوزیته

- آرد زنی ثانویه

متداولترین مخلوط برای آرد زنی ثانویه، پودر سوخاری میباشد. پودر نان اغلب بر روی غذاهایی که سطح آن تر و یا لعاب زده باشد و قبل از مرحله سرخ کردن استفاده میشود. مهمترین فاکتورهایی که در ارتباط با پودرهای سوخاری مهم است شامل اندازه ذرات، شکل ذرات، رنگ، تخلخل ذرات و میزان جذب آنها است. اندازه پودرهای سوخاری میتواند درشت، متوسط و یا بسیار ریز باشد و از نظر اقتصادی و جذابیت محصول بسیار مهم است. دانه های درشت برای رسیدن به یک بافت مطلوب مناسبتر است. به هر حال مصرف بیش از حد آنها بر روی محصولاتی که سطح کوچکی دارند، باعث میشود در ضمن دستکاری و نقل و انتقال از سطح محصول جدا شود.

پودرهای سوخاری رنگهای متفاوتی نظیر سفید، زرد و نارنجی دارند. برای ایجاد رنگ مناسب در پودرهای سوخاری به خمیر، رنگهای طبیعی و مجاز مصنوعی اضافه میشود. با اضافه کردن بعضی از مواد نظیر چربی، مواد معلق کننده، گلوتن و کنترل مرحله عمل آوردن خمیر، میتوان زبری، سفتی و نرمی پودر نان را کنترل کرد. در سیستم ماشینی، پودر سوخاری با اندازه های مورد نظر را درون یک سیکلون که در بالای دستگاه تعبیه شده است می ریزد و با تنظیم میزان دهانه، میزان ریزش پودر سوخاری روی محصول بر نوار نقاله قابل تنظیم است. مقدار اضافی این مواد نیز به کمک یک دمنده هوا از محصول جدا شده و به کمک یک بالابر مجدداً وارد مخزن مواد اولیه میشود (Venugopal, 2006).

- سرخ کردن سریع

محصولات تولید شده، به وسیله دستگاه سرخ کن در دمای ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ الی ۶۰ ثانیه سرخ می شود. به این عمل در اصطلاح سرخ کردن سریع می گویند. این عمل سبب تثبیت لعاب و پودر سوخاری بر محصول و پخت مقدماتی محصول میگردد (Venugopal, 2006).

- انجماد

از دستگاه های مختلف انجماد نظیر پلیت فریز و یا تونل انجماد میتوان استفاده کرد. محصول را بلافاصله منجمد کرده تا اطمینان کافی برای تضمین سلامت آنها وجود داشته باشد. در این بخش محصولات تولید شده در دمای ۴۰- درجه سلسیوس منجمد میشوند. میتوان جهت بسته بندی از ماشین یا دست استفاده نمود. محصول در داخل لفاف پلی اتیلنی قرار گرفته و در نهایت بسته به ملاحظات بازار یا به صورت بسته بندی در خلاء یا به صورت قرار دادن در جعبه یا در درون لفاف های بسته بندی به بازار عرضه می گردد (Venugopal, 2006).

- نگهداری

محصولات تهیه شده، کارتن گذاری شده و پس از بسته بندی در سردخانه و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری میشود. این فرآورده ها در حالت انبار شده و منجمد به فروش میرسد و در حالت انجماد دستخوش تغییرات نامطلوبی میشود که زمان ماندگاری محصول را محدود میکند، این تغییرات نامطلوب عمدتاً در نتیجه دناتوره شدن پروتئین ها و اکسیداسیون لیپیدها میباشد (Venugopal, 2006).

۳-۱- فرآیند حرارتی

فرآیند حرارتی طبیعت مواد متشکله ماهی را تغییر داده و فرآورده جدیدی را بوجود می آورد که ترکیب شیمیایی آن با محصول خام متفاوت است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶؛ Aubourg, 2001). در اثر حرارت، اختصاصات فیزیکی شیمیایی بافت در نتیجه تغییر ساختار پروتئین های میوفیبریل و استروما تغییر می یابد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). حین فرآیند پخت ابتدا در اثر دناتوره شدن میوزین، چروکیدگی میوفیبریل ها باعث خروج آب از سلول، تغلیظ پروتئین ها و سفتی آن می گردد. با افزایش تدریجی دما (در حدود ۶۰ درجه سلسیوس) کلاژن بافت پیوندی نیز دناتوره شده شروع به جمع شدن و چروک خوردن می نماید. این امر موجب خروج بیشتر آب و افزایش غلظت پروتئین ها می شود. در دمای بالاتر اکتین نیز دناتوره می شود. همراه با این پدیده بدلیل از دست دادن آب چروکیدگی محسوسی در بافت مشاهده می شود. در نتیجه این عوامل اختصاصات مکانیکی بافت تغییر یافته، الیاف عضلانی سفت ولی ساختار کلی بافت سست تر می شود. دلیل سفت شدن الیاف، اثر حرارت بر ژروئتین های میوفیبریل بوده ولی کاهش در استحکام ساختمانی (ورقه ورقه شدن) مربوط به تخریب بافت پیوندی و تبدیل کلاژن به ژلاتین است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). در نتیجه این عوامل پخت

باعث نرم شدن بافت، تغییر ماهیت پروتئین ها، کاهش رطوبت و بسیاری تغییرات دیگر می گردد (Aubourg, 2001). و در عوض اختصاصات ارگانولپتیک و ماندگاری بهبود می یابد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). فرآیند پخت معمولاً به کمک آب داغ، بخار اشباع، سرخ کردن، ماکروویو (Angela, 2003 ; Naseri et al, 2010) و یا حرارت خشک (هوای داغ) انجام می شود (Freeman, 1999). زمان و درجه حرارت در رابطه با هر یک از روش های فوق به طبیعت اولیه ماهی و اختصاصات مد نظر وابسته است (رضوی شیرازی، ۱۳۸۶).

۱-۳-۱ - سرخ کردن

فرآیند سرخ کردن کیفیت غذاهای سرخ شده را بهبود می بخشد. در فرآیند پختن به طریق سرخ کردن عمیق، چربیها و روغنها به عنوان محیط واسطه انتقال حرارت عمل کرده حرارت را از سطوح داغ دستگاه سرخ کن به سطوح سردتر ماده غذایی غوطه ور در روغن می رساند. در هنگام سرخ کردن، آب از ماده غذایی تبخیر و بافت خارجی غذا با بافت داخلی آن تفاوت پیدا می کند. روغن نیز بوسیله جذب، جذب سطحی یا عمل متقابل شیمیایی، در غذای سرخ شده یا پوشش آن نفوذ کرده پوسته ای ترد و شکننده به دور غذا تشکیل می شود. مقدار روغن جذب شده بوسیله غذا به چند عامل از جمله غذایی که سرخ می شود، زمان و درجه حرارت سرخ کردن و شیمی روغن بستگی دارد. مقداری از حرارت انتقال یافته به سطح خارجی غذای غوطه ور در روغن به نوبه خود بوسیله جابجایی به داخل غذا منتقل می شود (مالک، ۱۳۸۴).

۱-۳-۲ - فواید سرخ کردن عمیق

۱. مزه و بافت: غذای سرخ شده خوشمزه است. غذاهایی که به نحو مطلوب تهیه شوند، دارای طعم و بوی خوب و بافتی مورد پسند بوده و قسمت خارجی غذا تردتر از قسمت داخلی آن است. ترکیبی از این خصوصیات را از طریق سایر روشهای پختن نمی توان بدست آورد.
۲. تشکیل یک پوشش: محصولات سوخاری یا آغشته به آرد معمولاً در هنگام سرخ کردن در کارخانه فقط بطور جزئی پخته می شوند. سرخ کردن یا سرخ کردن سریع (سرخ کردن اولیه) پوسته ای ترد و شکننده را برای سرخ کردن نهایی غذا در آینده شکل می دهد.
۳. رنگ بخشیدن به محصول: سرخ کردن، یک رنگ قهوه ای طلایی خوشایند در محصولات پوشش داده شده ایجاد کرده و می تواند برای برشته کردن انواع غذاها بکار رود.
۴. افزایش مقدار روغن محصول: سرخ کردن عمیق سبب جذب روغن بوسیله غذای سرخ شده می شود. مقدار روغن جذب شده در محصولات غذایی مختلف، متفاوت و از ۴٪ برای آجیلها تا ۴۰٪ برای

چیپسهای سیب زمینی تغییر می کند. در بیشتر محصولات سرخ شده افزایش روغن علاوه بر ایجاد انرژی زیاد به عنوان یک روان کننده عمل کرده و بلع را آسان می کند.

۵. سهولت در استفاده: محصولات سرخ شده را می توان به آسانی در یک سرخ کن، یک فر معمولی یا مایکروویو برای مصرف آماده کرد.

۶. بلانچ کردن (آنزیم بری): درجه حرارت های سرخ کردن (معمولاً متجاوز از ۱۷۷ درجه سلسیوس) سبب بلانچ کردن محصولات می شود. معمولاً از بلانچرها برای غیرفعال کردن آنزیمها، کاهش هوای بین سلولی، کاهش حجم و نابود کردن بعضی از میکروارگانیسمها استفاده می شود.

۷. غیر فعال کردن میکروارگانیسمها یا نابود کردن عوامل بیماریزا: درجه حرارت های سرخ کردن بعضی از میکروارگانیسمها را نابود کرده و برخی از فرآیندها برای نابودی میکروبهای بیماریزا طراحی می شوند. در مورد همبرگر اداره کشاورزی آمریکا (USDA) حرارتی را کافی می داند که بتواند درجه حرارت مرکز همبرگر را به ۷۱ درجه سلسیوس برساند. به این طریق، اشرشیاکولی بیماریزا (E.Coli) از بین می رود.

۸. انتقال حرارت: روغن داغ محیط بسیار خوبی برای انتقال حرارت است و ماده غذایی بطور سریع برای مصرف آماده می شود.

به نظر می رسد که بیشتر مصرف کنندگان عطر و طعم غذاهای سرخ شده را ترجیح داده از این غذاها به مقدار بیشتری مصرف می کنند، جمعیت مصرف کننده طالب غذاهای سرخ شده ای است که به آسانی در دسترس باشد. تولید، توزیع، عمر نگهداری، تنوع و سهولت استفاده از غذاهای سرخ شده بدون شک آنها را برای مصرف افرادی با هر مقدار درآمد مناسب می نماید (مالک، ۱۳۸۴).

۳-۱- تفاوت سرخ کردن با سایر روشهای پختن

از نظر فنی سرخ کردن به چند دلیل زیر با سایر فرآیندهای پختن تفاوت دارد. این اختلاف، سرخ کردن را یک روش کامل برای پختن غذا معرفی می کند.

۱. سرخ کردن در زمان بسیار کوتاهی انجام می شود. این زمان در حدود چند ثانیه برای محصولاتی که به روش سریع سرخ می شون (flash-fried) تا چند دقیقه برای سایر محصولات سرخ شده است.

۲. اختلاف درجه حرارت بین روغن و محصولی که باید سرخ شود، زیاد است. وقتی مقدار مواد فعال کننده سطح (surfactant) به حد کافی افزایش یابد، بطوریکه تماس بین غذا و روغن در حد مطلوب باشد، عمل پختن بطور کامل و سریع انجام می شود.

۳. اندازه محصولات سرخ شده معمولاً کوچک است. غذاهای بزرگتر را می توان سرخ کرد ولی معمولاً پختن این غذاها تا برشته شدن (قهوه ای شدن) آنها ادامه می یابد.

۴. روغن سرخ کردنی جزء لاینفک غذای سرخ شده می شود. آب و روغن یا روغن و چربی مبادله می شوند.

۵. در فرآیند سرخ کردن، در مقایسه با سایر روشهای پختن، غذا برشته و دارای بافتی تردتر می باشد که بسیار مورد پسند است (مالک، ۱۳۸۴).

۴-۳-۱- آنچه در هنگام سرخ کردن اتفاق می افتد

تغییرات بوجود آمده در ماده غذایی در هنگام سرخ کردن در طراحی و ساخت سیستمهای سرخ کن بسیار با اهمیت است، این تغییرات به شرح زیر است:

۱. رطوبت از ماده غذایی تبخیر می شود و درجه حرارت سطح ماده غذایی افزایش می یابد. سرخ کردن در اصل یک فرآیند آب زدایی است که بجای هوای داغ در روغن داغ انجام می شود. رطوبت باید از سیستم سرخ کن و محیط اطراف دور شود.

۲. محصول تا درجه حرارت مناسب حرارت داده می شود تا به خصوصیات مطلوب برسد. دما و زمان مناسب باید برای هر محصول بدست آید.

۳. درجه حرارت سطح محصول بالا می رود تا قهوه ای رنگ و برشته شود. شدت قهوه ای شدن بستگی به مقدار ماده فعال کننده سطح در روغن دارد.

۴. سرخ کردن سبب تغییر ابعاد محصول می شود. محصولات سرخ شده ممکن است جمع یا منبسط شود و یا اندازه آنها تغییری نکند.

۵. در فرآیند سرخ کردن، مقداری از روغن موجود در ظرف سرخ کن جذب غذا شده و در مواردی چربی محصول ذوب شده و داخل روغن سرخ کردنی شود.

۶. سیستم باید طوری طراحی شده باشد که معادل روغن جذب شده بوسیله غذا، به ظرف سرخ کن اضافه گردد و یا روغن اضافی که از طریق ذوب شدن از محصول داخل سرخ کن شده، تخلیه شود.

۷. در هنگام سرخ کردن علاوه بر تغییر در اندازه، دانسیته محصول نیز تغییر کرده و سبب شناور شدن بعضی از محصولات می شود.

۸. در هنگام سرخ کردن، شیمی روغن و ظرفیت انتقال حرارت تغییر کرده، سبب تغییراتی در کیفیت محصول می شود (جذب روغن، شدت قهوه ای شدن، طعم و غیره). همچنین ترکیبات روغن نیز بوسیله ایجاد پلیمرهایی که بر روی سطوح تجهیزات تشکیل شده و خارج کردن آنها مشکل است، بر تجهیزات تاثیر می گذارد (مالک، ۱۳۸۴).

۴-۱- فرآیند انجماد و تاثیرات آن

در بین روش های نگهداری، انجماد به عنوان یکی از مهم ترین روش های نگهداری ماهی و فرآورده های دریایی محسوب می گردد (Vidya, Srikar, 1996). انجماد می تواند گوشت را به حالت طبیعی بدون فساد قابل ملاحظه نگه دارد، ولی حتی با استفاده از این روش ها نیز هنوز مقداری کاهش کیفیت در طی مدت زمان نگهداری گوشت ماهی اتفاق می افتد (Verma, Srikar, 1994).

انجام کلیه فعل و انفعالات شیمیایی و فعالیت های بیولوژیکی نیازمند دو فاکتور اصلی یعنی گرما و آب می باشد. لذا کاهش درجه حرارت تا صفر درجه و پایین تر از آن و عدم دسترسی به آب آزاد در اثر انجماد، هر دو از جمله عواملی هستند که می توانند بر سرعت و شدت فعل و انفعالات شیمیایی و فعالیتهای بیولوژیکی موثر بوده و در شرایطی آنها را متوقف نمایند. با توجه به مجموعه تغییرات بافتی، میکروبی و شیمیایی (آنزیمی و غیر آنزیمی) در طول انجماد و همین طور هزینه لازم برای انجماد در دماهای مختلف در نهایت به این نتیجه رسیده اند که اگر مواد غذایی در دمای ۱۸- یا پایین تر منجمد شده و در همین دما نگهداری شوند، می توان تقریباً مطمئن بود که محصول از نظر کیفی و اقتصادی و در وضعیت مطلوبی به بازار عرضه می گردد. البته کاهش دمای انجماد به کمتر از ۱۸- درجه سبب خواهد شد تا مدت زمان ماندگاری و کیفیت محصول بهبود یابد و در همین رابطه نیز در بسیاری از کشورها پیشنهاد شده در مورد فرآورده های دریایی دمای انجماد تا ۲۹- درجه سانتی گراد کاهش یابد (لسان پزشکی، ۱۳۸۴).

انجماد تغییر حالت ماده از مایع به جامد است. برای یک مایع خالص شیمیایی، این فرایند در درجه حرارت ثابتی موسوم به نقطه انجماد^۱ آغاز می شود. در انجماد، مولکولهای آب حول مراکز معینی که مراکز تبلور می باشند از حرکت باز می مانند. از بین رفتن حرکت جنبشی مولکولهای آب همواره با آزاد شدن مقدار معینی گرما همراه است که به آن گرمای نهان^۲ می گویند. برای منجمد کردن، ضروری است که ابتدا گرمای محسوس^۳ و سپس گرمای نهان از ماده غذایی گرفته شود. در این حال، نخست درجه حرارت به نقطه انجماد رسیده و سپس کریستالهای یخ شروع به شکل گیری می نمایند. رشد کریستالهای یخ در فضاهای سلول و همینطور نقطه انجماد در انواع آبزیان به علت داشتن ترکیبات مختلف و درصد آب متفاوت یکسان نیست. اندازه و شکل آنها از مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت نهایی محصول ارائه شده است (Hall, 2011).

در خلال فرآیند انجماد حرارت در سه مرحله مجزا از ماهی گرفته می شود. در مرحله نخست، درجه حرارت عضله به سرعت به کمتر از صفر درجه سانتیگراد می رسد، که نقطه انجماد آب آزاد است (مرحله اول) البته به دلیل وجود املاح مختلف و دیگر ترکیبات محلول در آب که به طور طبیعی در عضله وجود دارند، نقطه آغاز انجماد ماهی پائین تر از این نقطه خواهد بود (Hall, 2011).

^۱Freezing point

^۲Latent heat

^۳Sensible heat

در مرحله دوم، ضروری است تا گرمای بیشتری از ماهی گرفته شود تا قسمت عمده آب ماهی تبدیل به یخ شود این مرحله که در بین دمای ۵/۵ و ۵- درجه سانتیگراد قرار دارد به منطقه بحرانی^۴ موسوم بوده و مرحله ای است که در طی آن تغییر دما محدود بوده و حداکثر کریستالهای یخ شکل می گیرند. مدت زمانی که لازم است تا دمای عضله از این منطقه عبور نماید، مهمترین عامل در تعیین اندازه کریستالهای یخ می باشد و در کیفیت نهایی محصول تأثیر قابل توجه ای دارد. هر چه سرعت عبور از این مرحله بیشتر باشد تغییرات نامطلوب کمتر خواهد بود. و بالاخره مرحله سوم، هنگامی آغاز می شود که حدود ۷۵ درصد از آب بافت عضلانی تبدیل به یخ شده باشد. در این هنگام درجه حرارت مجدداً شروع به کاهش می نماید. در این حالت لازم است مقدار کمی حرارت گرفته شود تا عمده آب باقیمانده تبدیل به یخ گردد (Hall, 2011).

با پیشرفت مراحل انجماد به تدریج آب موجود در سلولهای بافت ماهی به صورت بلورهای خالص یخ منجمد می گردند. این امر سبب می گردد تا تدریجاً غلظت املاح درون سلول در آب منجمد نشده افزایش یابد. افزایش غلظت املاح نیز خود باعث می شود که نقطه انجماد آب در قسمت غیر منجمد به تدریج کاهش یابد. به همین نسبت بر خلاف آب خالص، انجماد کامل آب در عضله ماهی به عوض صفر درجه در یک گستره وسیع صورت می گیرد. بی شک مهمترین مرحله در طول انجماد ماهی، مرحله عبور از منطقه بحرانی و نحوه تشکیل بلورهای یخ است. در سال ۲۰۰۸، رتبه نخست عرضه محصولات شیلاتی به محصولات تازه (۵۶ میلیون تن) اختصاص داشت. در همین سال عرضه فراورده های شیلاتی منجمد در رتبه دوم (۲۹ میلیون تن) قرار داشت. همچنین کنسرو کردن و سایر فراورده ها (خشک کردن، دودی کردن) در رتبه های بعدی قرار دارند (FAO, 2010).

از نکات مثبت انجماد ماهی و فراورده های شیلاتی می توان به حفظ کیفیت، افزایش زمان ماندگاری، رساندن ماهی به بازارهای پر مصرف، عرضه مازاد صید در تمامی طول سال اشاره کرد. افت کیفیت، کاهش وزن، اکسیداسیون چربی (به خصوص در ماهیان چرب) و هزینه بالای انجماد نیز از نکات منفی آن است (Hall, 2011). یکی از بهترین روشهای نگهداری مواد غذایی به ویژه ماهی، منجمد نمودن آن است که باعث می شود ترکیبات مغذی موجود در گوشت با کمترین تغییر برای مدت نسبتاً طولانی حفظ شود و از طرف دیگر از رشد و نمو موجودات ذره بینی جلوگیری کرده و فعالیت آنها را متوقف می کند. با توجه به این مساله انواع روشهای انجماد به وجود آمده که هدف آن حفظ هر چه بهتر کیفیت فراورده می باشد (Johnston. et al., 1994).

انجماد به عنوان یکی از مهمترین روشهای فرآوری آبزیان شناخته می شود و نزدیک به ۳۰ میلیون تن فراورده شیلاتی در سال ۲۰۰۸ به شکل منجمد به بازارهای مصرف عرضه شده است (FAO, 2010). انجماد و نگهداری در سردخانه یکی از مهمترین روش ها برای حفظ و نگهداری انواع آبزیان می باشد. بابکارگیری درست این روش،

^۴Critical zone

می توان کیفیت محصولات شیلاتی را تا حد نسبتا بالایی حفظ نمود. از مزایای این روش حفظ کیفیت، ظاهر و ارزش غذایی محصولات شیلاتی می باشد. یکی از عوامل مهم در انجماد، زمان عبور از منطقه بحرانی هست که با افزایش سرعت انجماد کاهش می یابد. با افزایش سرعت انجماد شاهد حفظ بهتر کیفیت ماهی منجمد، بعد از انجماد زدایی هستیم (Hall, 2011). بدلیل محدودیتهایی که در عرضه فراورده های شیلاتی به صورت تازه در تمام فصول سال وجود دارد، عرضه منجمد این محصولات در دنیا بسیار توسعه یافته است. بنابراین عرضه فراورده های شیلاتی منجمد و با کیفیت می تواند در تامین نیازهای بازار و بالا بردن سرانه مصرف آبزیان نقش مهمی بازی کند.

۲- سوابق تحقیق

۲-۱- مروری بر مطالعات انجام شده در خارج از کشور

Makinson و همکارانش در سال ۱۹۸۷ گزارش نمودند که لعاب زنی یا استفاده توأم از لعاب و آرد سوخاری موجب کاهش جذب چربی در ماهی سوخاری شده میگردد. لذا اذعان نمودند که استفاده از روکش سوخاری ماهی میتواند به هنگام سرخ کردن عمیق ماهی میزان جذب روغن را در آن تعدیل نماید.

Kilincceker و همکارانش در سال ۲۰۰۹، تأثیر پوشش خوراکی را بر کیفیت فیله های قزل آلای منجمد شده مطالعه نمودند. در این تحقیق نشان داده شد که کاربرد روکش اولیه (Predusting)، لعاب زنی (Battering) و روکش نهایی (Breeding) باعث حفظ کیفیت مطلوب فیله می شود. بر طبق نتایج این محققین، روکش دار کردن فیله ها در زمان نگهداری و فرایند سرخ کردن، میزان فساد را کاهش داده و باعث بهبود خصوصیات حسی محصول میشود. آنها همچنین مشاهده کردند که استفاده از گلو تن به عنوان روکش اولیه و اگزانتان به عنوان روکش ثانویه و ترکیب آرد سفید و آرد ذرت به نسبت ۱ به ۱ و یا ۲ به ۱ به عنوان روکش نهایی سودمندتر است. همچنین میزان پروتئولیز و اکسیداسیون چربی بر اساس شاخصهای pH، PV، TVB-N و TBARS در فیله های روکشدار کمتر بوده است.

Chen و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر فرمولهای مختلف لعاب را بر کیفیت ناگتهای پخته شده ماهی به صورت پخت عمیق و پخت به وسیله مایکروویو بررسی نمودند. بر اساس نتایج ایشان خصوصیات کیفی ناگتهای ماهی در دو روش فوق تفاوت معنیداری نداشت.

Albert و همکاران (۲۰۰۹) چسبندگی هیدروکلوئیدهای مختلف را به عنوان روکش اولیه (predust) در روشهای مختلف پخت بررسی نمودند. هدف از این تحقیق انتخاب روکش اولیه مناسب به منظور چسبیدن لعاب (batter) به سطح محصول بود. نتیجه تحقیقات این محققین نشان داد که انتخاب بهترین هیدروکلوئید، به روش پخت وابسته است.

Kose و همکارانش در سال ۲۰۰۱ به بررسی نوعی غذای رایج تهیه شده از ماهی آنچوی بنام Hansi kusu در منطقه دریای سیاه در کشور ترکیه پرداختند. در این تحقیق ماندگاری این غذا در شرایط انجماد در دمای $1 \pm$ ۱۸- درجه سلسیوس مورد بررسی قرار گرفته است. چهار نوع از این غذا در دمای ۳۵- درجه سلسیوس منجمد و سپس در دمای 1 ± 18 - نگهداری شد و کیفیت غذا بوسیله ارزیابی حسی، آزمایشهای میکروبی و شیمیائی قبل و پس از انجماد با هدف تعیین زمان ماندگاری بصورت ماهیانه بررسی شد. نتایج نشان داد که این محصول حداقل به مدت ۳ ماه قابل مصرف می باشد. این مطالعه نشان داد که ماهی آنچوی چنانچه بصورت Hansi kusu فرآوری شود، حتی در خارج از فصل صید نیز به صورت منجمد قابل عرضه و فروش خواهد بود.

بر اساس مطالعات Gennadios و همکاران در سال ۱۹۹۷، روکشهای خوراکی میتوانند کیفیت محصولات تازه، منجمد شده و عمل آوری شده گوشتهای دام، طیور و آبزیان را با به تعویق انداختن روند کاهش رطوبت، کاهش

اکسیداسیون لیپیدها، کاهش تغییر رنگ و حفظ ظاهر مطلوب در بسته بندیها به دلیل حذف آبچک بهبود دهد. همچنین طبق نظر این محققین به این روکشها میتوان مواد آنتی اکسیدان و ضد میکروبی را اضافه نمود. روکشهای خوراکی درصد جذب چربی را در محصولات لعابدار و نانی شده در طی فرایند سرخ کردن کاهش میدهد.

Izci و همکاران (۲۰۱۱) از شیشه ماهی (*Atherina boyeri*) فیش فینگر تهیه نمودند. خمیر تولید شده پس از قالب زدن، لعاب زدن و نانی کردن، منجمد شده و برای مدت شش ماه در سردخانه نگهداری شد. ماندگاری این محصولات با انجام آزمایشات شیمیائی، میکروبی و ارگانولپتیک بررسی شد.

فیش فینگرهای تولید شده تا پایان ماه ششم توسط ارزیابها مطلوب بود. کلیه شاخص های شیمیایی فساد و میکروبی در پایان ماه ششم در محدوده توصیه شده بود.

Ravindernathan و همکاران (۱۹۸۲) تغییرات بیوشیمیایی فیش فینگرهای منجمد شده به مدت ۶ ماه را بررسی کردند. مطالعات آنها نشان داد میزان چربی بر پارامترهای پراکسید، TBARS و FFA تأثیر دارد و در این مورد استفاده از پوشش دهی بر فیش فینگرها اثر حفاظتی دارد.

Al- Bulushi و همکاران (۲۰۰۵) فیش فینگرهایی با استفاده از ماهی های کم مصرف کشور عمان تهیه کرد و در دمای ۲۰- درجه سلسیوس به مدت سه ماه نگهداری کرد. اندیس پراکسید از هفته هشتم به بعد افت شدید نشان داد که این افزایش به دلیل اکسیداسیون چربی موجود در فیش برگر بود. در فیش فینگرهای حاصل از ماهیهای کم مصرف در ۲۰- درجه سلسیوس بعد از سه ماه نگهداری، شمارش های باکتری های هوازی ۸۴ تا ۹۷ درصد و باکتری های کلی فرم به طور کامل کاهش یافت.

Cakli و همکاران (۲۰۰۵) کیفیت شیمیایی فیش فینگرهای حاصل از ماهی سوف صورتی و ساردین در طی نگهداری ۸ ماهه در دمای ۲۰- درجه سلسیوس را مورد بررسی قرار دادند. ماهی ساردین از ماهیان پرچرب محسوب میشود که به دلیل اکسیداسیون چربی در زمان نگهداری به صورت منجمد، دچار افت کیفی و فساد شد. Fan و همکاران در سال ۲۰۰۹ تأثیر روکش کیتوزان را بر روی کیفیت و زمان ماندگاری کپور نقره‌ای در طی نگهداری به صورت منجمد بررسی نمودند. نتایج مطالعات ایشان به همراه ارزیابی حسی، آنالیزهای شیمیایی و میکروبی نشان داد که استفاده از روکش کیتوزان منجر به حفظ خصوصیات کیفی ماهی و افزایش زمان ماندگاری محصول میشود.

Baker و همکاران در سال ۱۹۷۹ در بررسی ماهی سوخاری شده دریافتند که روکش سوخاری بعنوان یک لایه محافظ روی محصول عمل نموده و موجب افزایش ماندگاری محصول میگردد.

Gordo و همکاران در سال ۲۰۰۹ تحقیقاتی در زمینه مقایسه تغییرات شیمیایی و ارزش غذایی ماهی Black Scabbardfish (ماهیان صخره ای) خام و پخته انجام داده و تغییرات ترکیبات تقریبی مانند اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب، کلسترول و مواد معدنی را اندازه گیری نموده و نتیجه گرفت در روش سرخ شده بیشترین

تغییرات مربوط به چربی بوده و همچنین جذب روغن باعث ایجاد تغییرات در پروفایل اسیدهای چرب مخصوصاً لینولئیک شده است و همچنین بیشترین کاهش میزان پروتئین نیز مربوط به روش سرخ شده می باشد. Severi و همکارانش در سال ۱۹۹۷ تحقیقی در زمینه تاثیر روشهای پخت و نگهداری را بر میکروالمنت ها در انواع مواد غذایی مانند گوشت، ماهی و ... انجام داده و نتیجه گرفت که بیشترین کاهش تغییرات در ارزش غذایی فرآورده های گوشتی مربوط به پختن می باشد.

MIHAELA GHIDURUS و همکاران در سال ۲۰۱۰، ارتباط بین ارزش غذایی و اعمال فرآیند حرارتی (سرخ کردن) در بافت ماهی انجام داده و نتیجه گرفت بیشترین عوامل خطر مربوط به توکوفرول ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و درجه هیدرولیز آن، اکسیداسیون و واکنشهای پلیمریزاسیون در فرآیند سرخ کردن می باشد. Kilincceker و همکاران در سال ۲۰۰۹ در تحقیقی میزان تغییرات در کیفیت فیله قزل آلا ی پوشش داده شده بوسیله پوششهای خوراکی به مدت ۷ ماه در دمای ۱۸- درجه سلسیوس را مورد بررسی قرار دادند که در این تحقیق استفاده از این پوشش ها در سه مرحله (اول، دوم و آخرین پوشش) انجام گردید و میزان جذب روغن و رطوبت فیله های پوشش داده سرخ شده در طول زنجیره ذخیره سازی تجزیه و تحلیل شد و همچنین میزان تغییرات شیمیایی، بیوشیمیایی و حسی در فیله های پوشش داده شده و بدون پوشش قبل و بعد از سرخ کردن اندازه گیری شد و نتایج نشان داد نمونه های پوشش داده شده از نظر حسی مورد پذیرش بیشتری قرار گرفته شده است و مواد اولیه استفاده شده در این پوشش ها مقاومت خوبی در مقابل پوسته پوسته شدن در طول ذخیره سازی ایجاد نموده است.

۲-۲- مطالعات انجام شده در داخل کشور

شجاعی در سال ۱۳۸۵ از کپورماهیان پرورشی فیش فینگر تهیه نمود. در این تحقیق ۴۵ فرمول مورد مقایسه قرار گرفته است. در نهایت خمیر تولید شده پس از قالب زدن، لعاب زدن و آرد زدن، منجمد شده و ۳ فرمول مختلف تهیه شده از ماهی آمور، فیتوفاگ و کپور برای مدت یکسال در سردخانه نگهداشته و ماندگاری آنها با انجام آزمایشات شیمیایی، میکروبی و ارگانولپتیک در پایان ماههای ۴، ۷ و ۱۲ بررسی شد.

طبق نتایج به دست آمده، سرما باعث از بین رفتن میکروبهای فرآورده میشود و روکش نیز به عنوان یک لایه محافظ روی محصول عمل نموده و باعث افزایش ماندگاری به مدت حتی بیش از یک سال می شود.

دقیق روحی و همکارانش نیز در سال ۱۳۸۶ در بررسی فیش برگرهای تولیدی به نتیجه مشابهی رسیدند و دریافتند که چربی فیش برگرهای سوخاری شده در مقایسه با فیش برگرهای بدون روکش کمتر اکسیده شده و لایه سوخاری به صورت یک محافظ عمل نموده است.

رضائی و همکارانش در سال ۱۳۸۲ برخی از خصوصیات چربی ماهی کیلکا (*Clupeonella engrauliformis*) را در مدت نگهداری در سردخانه در دو دمای ۱۸- و ۳۰- درجه سلسیوس بررسی کردند. نتایج نشان داد که در

این مدت در میزان پراکسید و اسیدهای چرب آزاد در هر دو دما افزایش معنی داری رخ داده، اما میزان چربی کل کاهش یافته است و در پایان نتیجه گیری کرده اند که دمای ۳۰- درجه سیلسیوس دمای مناسبتری برای نگهداری این ماهی است.

نکویی در سال ۲۰۱۰ تاثیرات سرخ کردن عمیق، سرد کردن و نگهداری سردخانه بر روی درصد چربی، اکسیداسیون چربی و پروفایل اسیدهای چرب ماهی سفید مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که چربی پس از سرخ کردن افزایش پیدا کرده، اسیدهای چرب اشباع در قسمت ها قدامی افزایش پیدا کرده و همزمان مقدار TBARS و اکسیداسیون در اسیدهای چرب غیراشباع در روش سرخ کردن افزایش ولی در ماده خام افزایش زیادی نداشته است.

Moradi و همکاران در سال ۲۰۱۰ با استفاده از دستگاه سوکسله و میکروسکپ الکترونی به مقایسه تأثیر روکش سوخاری بر کاهش میزان جذب روغن به هنگام سرخ کردن فیله ماهی پرداختند و دریافتند که میزان جذب چربی در ماهیانی که بدون روکش سوخاری در روغن سرخ میشوند، به طور معنی داری بیش از فیله های سوخاری شده است. مشاهدات حاصل از میکروگرافهای میکروسکپ الکترونی (SEM) نشان داد که تعدادی سلول گازی ممکن است در فیله های سرخ شده بدون روکش دیده شوند.

حضور این سلولها منجر به جذب بیشتر چربی در مقایسه با فیله های روکشدار میگردد. بعلاوه مشاهدات میکروسکپ الکترونی (SEM) نشان داد که سطوح فیله های سرخ شده بدون روکش به میزان زیادتری در مقایسه با فیله های روکشدار آسیب دیده و کج میشوند.

۲-۳-۱ اهداف تحقیق

۲-۳-۱-۱ هدف کلی

بررسی تاثیر لعابهای مختلف بر ارزش غذایی و عمر ماندگاری کیلکای سوخاری در طول مدت نگهداری در سردخانه

۲-۳-۲ اهداف جزئی

- ۱- تعیین تاثیر لعابهای مختلف بر ارزش غذایی و عمر ماندگاری کیلکای سوخاری
- ۲- تعیین تاثیر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی و عمر ماندگاری کیلکای سوخاری
- ۳- تعیین تاثیر فرآیند سرمایی بر ارزش غذایی و عمر ماندگاری کیلکای سوخاری

۲-۴-۱ ضرورت انجام تحقیق

ماهی منبعی سرشار از پروتئینهای سهل الهضم است که در عین حال اسیدهای چرب غیر اشباع، ویتامین ها و مواد معدنی مورد نیاز برای تغذیه انسان را نیز فراهم می کند (Lanier et al, 1978). امروزه بدلیل افزایش جمعیت

و از سویی تغییر مثبت عادات غذائی مردم به سمت مصرف بیشتر غذاهای دریائی و محدودیت گونه های اقتصادی، با کمبود ذخایر ماهیان اقتصادی مواجه شده ایم. این در حالی است که بخش عظیمی از ماهیان صید شده از دریاها بدلایلی نظیر عدم برخورداری از رنگ، طعم و بافت دلخواه یا داشتن سائز کوچک و یا مقدار چربی بالا کم استفاده یا بلا استفاده باقی می ماند. اغلب این ماهیان را در اقصی نقاط جهان گونه های پلاژیک ریز در صید اختصاصی و یا گونه های ریز جثه و بچه ماهیان کفزی که بصورت ضمنی صید میشوند تشکیل میدهند. اگر چه برخی از این گونه ها برای تولید آرد ماهی بکار می روند، اما لازم است بمنظور کاهش ضایعات صید و برای حفاظت و استفاده انسانی از این ماهیان برنامه ریزی مناسبی صورت گیرد. در دریای خزر نیز سه گونه از کیلکا ماهیان که از گروه ماهیان ریز جثه میباشند با لنج های صیادی مستقر در بنادر شمالی کشور (انزلی، امیرآباد و بابلسر) با استفاده از نور در زیر آب و بوسیله تورهای قیفی صید می گردد. در حال حاضر حجم صید کیلکا در حدود ۲۰ هزار تن میباشد (خانی پور، ۱۳۸۹). با اینحال متاسفانه بدلیل جثه ریز این ماهیان و مشکلات مربوط به پاکسازی و طبخ آن کمتر مورد استقبال و مصرف انسانی قرار گرفته است. افزایش جمعیت از یک سو، کمبود منابع پروتئینی و قیمت بسیار پائین این ماهی در قیاس با سایر منابع پروتئینی از سوی دیگر لزوم برنامه ریزی بمنظور ورود این گونه ماهی را به سر سفره مصرف کنندگان توجیه می نماید. امروزه یکی از دلایل اصلی کمبود مصرف آبزیان در کشور ما در مقایسه با سایر کشورها عدم وجود تنوع در فرآورده های دریایی و بسته بندی آبزیان می باشد (حسینی، ۱۳۸۸). با توجه به توسعه زندگی شهری و افزایش گرایش مردم به مصرف غذاهای آماده و نیمه آماده بویژه انواع فرآورده های سوخاری شده بنظر می رسد تولید فرآورده سوخاری از ماهی کیلکا بتواند ضمن تامین بخشی از نیازهای پروتئینی جامعه استفاده ناصحیح این ماهیان در تولید آرد ماهی را کاهش دهد. فرآورده های سوخاری ماهی بویژه در میان کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد. این روش پخت ماهی برای تشویق کودکانی که میانه خوبی با طعم و مزه ماهی ندارند، بسیار کاربردی است. روکش نمودن ماهی بوسیله لعاب و آرد سوخاری موجب می گردد تا این روکش همچون لایه ای محافظ، تاثیر عوامل محیطی نظیر اکسیژن و دمای محیط را نیز بر کیفیت گوشت ماهی به حداقل برساند. از سوی دیگر تحقیقات بسیاری از محققین نشان داده که لعاب زدن و سوخاری کردن ماهیان موجب میگردد تا بهنگام سرخ کردن طولانی ماهیان جذب چربی در آنها کمتر صورت گیرد که این موضوع از جهت سلامت جامعه و جلوگیری از بروز اضافه وزن، گرفتگی عروق و سایر بیماری ها نیز بسیار حایز اهمیت می باشد (Baker, 1979). هم اکنون کارخانجات مختلفی در کشور اقدام به تولید فرآورده های سوخاری نظیر فیله ماهی سوخاری، میگوی سوخاری، فیش برگر و فیش فینگر نموده اند که با استقبال خوب مصرف کنندگان مواجه گردیده است. از معروف ترین این شرکت ها می توان به شرکت فرآورده های گوشتی کاله آمل، شرکت رنگین سفره دریا، شرکت زرفام تهران، شرکت مرجان، شرکت یخدان و البته مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان در تولیدات

تحقیقاتی اشاره نمود. پیش بینی میشود موفقیت و ترویج این پروژه بتواند ضمن تنوع بخشی بیشتر به محصولات سوخاری شده موجب ایجاد ارزش افزوده برای ماهی کیلکا، بهبود وضعیت اقتصادی صیادان کیلکا و زمینه ساز توسعه و اشتغال بیشتر در کارخانجات فرآوری و بسته بندی آبزیان گردد.

تاثیر روشهای فرآیند پخت ماهی با استفاده از روشهای مختلف چند سالیست توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته بدلیل اینکه هر کدام از روشهای حرارتی مانند سرخ کردن در روغن، پخت با بخار، ماکروویو و یا دمای خشک (فر) می تواند تاثیرات مختلفی بر کیفیت چربی، پروتئین، رطوبت، انواع ویتامین ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه داشته باشد بطوریکه با بررسی تغییرات اختلاف معنی داری بین محصول خام و حرارت داده شده وجود دارد ضمن اینکه روش اعمال فرآیند حرارتی با شدت کم، متوسط و یا بالا می تواند نوسانات مختلفی در ارزش غذایی ماهی داشته باشد و هر قدر فرآیند حرارتی ملایمتر باشد تاثیرات کمتری خواهد داشت (ناصری، ۱۳۹۰).

۵-۲- جنبه نوآوری و جدید بودن تحقیق

- تولید فرآورده جدید غذایی از ماهی کیلکا

- استفاده از لعاب تمپورا برای اولین بار در کشور برای روکش کردن کیلکا

از آنجا که کیلکا ماهیان بسیار مستعد فساد در طی عمل آوری میباشند لذا تلاش گردید تا با حداقل دستکاری و بدون چرخ کردن و تولید خمیر از آنها محصولی جدید و آماده مصرف تهیه شود. محصولات آماده مصرف مانند انواع محصولات غذایی سوخاری (سوخار)، برگرها و ناگتها به جهت عدم نیاز به پخت و مشکلات فرآوری بعنوان یک غذای آماده مصرف طعم دار، مطلوب و جذاب در سرتاسر جهان مورد استقبال مردم به ویژه نوجوانان و کودکان قرار گرفته است. در کشور ما علیرغم پیشرفتهای به عمل آمده در تولید و عرضه آبزیان، هنوز فرآورده های غذایی جدید و آماده مصرف از تنوع لازم برخوردار نیستند و این وضع طبعاً باعث عدم عرضه محصولات گوناگونی شده است که در جهان از آبزیان قابل تهیه و تولید است. لعاب تمپورا نیز لعابی است که خواستگاه آن کشور ژاپن بوده و در واقع یک لعاب پف کرده است و در ترکیب آن از اجزا عمل آورنده خمیر (Raising/Leavening agents) استفاده میشود. آرد ذرت در لعاب تمپورا یکی از ترکیبات مهم است. لعاب تمپورا یک لایه یکنواخت، ترد، حجیم و سبک بر سطح خارجی ماده غذایی ایجاد میکند (Venugopal, 2006). این مخلوط ضمن ایجاد پوشش محکم روی محصول، ویژگیهای بافتی و خوراکی آن را بهبود می بخشد (شویک لو، ۱۳۷۸).

بنابراین به نظر میرسد تولید فرآورده های غذایی جدید و آماده مصرف از کیلکا ماهیان نظیر کیلکای روکش دار بتواند میزان مصرف انسانی آن را افزایش دهد و در بعد وسیعتر منجر به افزایش سرانه مصرف ماهی و اشتغالزایی در کشورمان شود.

۳- مواد و روشها

۳-۱- مواد و وسایل مورد نیاز

کلیه مواد و وسایل مصرف شدنی جهت تولید کیلکای سوخاری و آزمایشهای کیفی مربوطه در جدول (۱-۳) و (۲-۳) و کلیه مواد و وسایل مصرف نشدنی در جدول (۳-۳) (۴-۳) ذکر گردیده است.

جدول (۱-۳) مواد و وسایل مصرف شدنی تولید

ردیف	مواد
۱	ماهی کیلکا
۲	نمک
۳	آرد گندم
۴	نشاسته
۵	آرد ذرت
۶	آرد سویا
۷	سفیده تخم مرغ
۸	پودر شیر
۹	مخمّر نانوائی
۱۰	فلفل
۱۱	آبلیمو
۱۲	روغن
۱۳	آرد سوخاری
۱۴	ظروف بسته بندی
۱۵	کیسه بسته بندی

جدول ۳-۲) مواد و وسایل مصرف شدنی آزمایشگاه

ردیف	مواد
۱	اسید کلریدریک
۲	کاغذ صافی بدون خاکستر (Ash less) واتمن ۴۲
۳	ان هگزن
۴	معرف فنل فتالین
۵	تیو سولفات
۶	برومو کروزول سبز
۷	متیل رد
۸	معرف چسب نشاسته
۹	کربنات سدیم
۱۰	محیط کشت پلیت کانت آگار (Merck)
۱۱	معرف پروتئین
۱۲	اسید بوریک ۲٪ مرک آلمان
۱۳	اکسید منگنز
۱۴	یدور پتاسیم مرک آلمان
۱۵	معرف TBARS
۱۶	اسیداستیک ۳۷٪ مرک آلمان
۱۷	اکسید منیزیم مرک آلمان
۱۸	تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال مرک آلمان
۱۹	متانول
۲۰	کلروفرم ۹۸٪ مرک
۲۱	اتانول
۲۲	سود

تمامی مواد شیمیایی و حلال ها از شرکت مرک وبا بالاترین خلوص تهیه شدند.

جدول ۳-۳) تجهیزات مصرف نشدنی تولید

ردیف	تجهیزات
۱	مخزن CSW
۲	ترازو
۳	میز استیل
۴	چاقو
۵	سبد پلاستیکی
۶	وان استیل
۷	دستگاه پری داستر
۸	دستگاه بترینگ
۹	دستگاه بردینگ
۱۰	دستگاه فرایر
۱۱	دستگاه اسپیرال فریزر
۱۲	دستگاه دوخت معمولی

جدول ۴-۳) تجهیزات مصرف نشدنی آزمایشگاه

ردیف	تجهیزات
۱	دسیکاتور
۲	دستگاه سوکسوله دیجیتال
۳	دستگاه آون Hereaus-ساخت آلمان
۴	PH متر مدل Az86p3
۵	دستگاه آون Memmert Germany-ساخت آلمان
۶	دستگاه Multi VAC-مدل A300/16-ساخت آلمان
۷	آسیاب
۸	بوته چینی
۹	انکوباتور یخچال دار TECH fan-ساخت ایران
۱۰	بن ماری GFT-ساخت آلمان
۱۱	دماسنج جیوه
۱۲	اتوکلاو ۵۰ لیتری شرکت Reyhan ted
۱۳	هیتز Pars Teb
۱۴	اسپکتروفتومتر JENWAY 6305
۱۵	دستگاه کجلدال اتوماتیک مدل S4

۳-۲- محل اجرای تحقیق

تمامی مراحل انجام تحقیق شامل تولید کیلکای سوخاری و انجام تمامی آزمون های مربوطه (شیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی) در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان شیلات ایران واقع در بندرانزلی صورت گرفت.

۳-۳- روش تحقیق

در این تحقیق کیلکای سوخاری به دو صورت سرخ شده و خام با دو نوع لعاب معمولی و تمپورا تولید و مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند. تیمارهای مورد آزمایش شامل:

۱- کیلکای سوخاری با لعاب معمولی (خام)

۲- کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا (خام)

۳- کیلکای سوخاری با لعاب معمولی (سرخ شده)

۴- کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا (سرخ شده)

متغیرهای مستقل شامل نوع لعاب (معمولی و تمپورا)، نوع فرآوری (خام و سرخ شده) و زمان نگهداری و متغیر وابسته شامل کیفیت محصول می باشد.

۳-۳-۱- دریافت و سرزنی ماهی

ماهیان صید شده در مخلوط آب و یخ با مخزن CSW به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان حمل شده و سپس ابتدا سرزنی شده و امعاء و احشاء آنها تخلیه گردید.



تصویر ۳-۲) سرزنی و تخلیه امعاء و احشاء

تصویر ۳-۱) حمل ماهی کیلکا با مخزن CSW همراه با یخ

۳-۳-۲- شستشو و آب نمک گذاری

ماهیان پاک شده با آب تمیز شستشو شده تا بقایای خون و امعاء و احشاء آن از بین برود سپس در آب نمک ۱۵٪ به مدت ۴ ساعت آب نمک گذاری و سپس آبچک شدند.

۳-۳-۳ - پوشش دادن

این مرحله شامل سه بخش آرد زنی اولیه، لعاب زنی و آرد زنی ثانویه می باشد. در مرحله نخست ماهی ها توسط نوار نقاله از دستگاه پریداستر یا آرد زن اولیه عبور داده شدند که سطح ماهی آغشته به آرد سوخاری گردید سپس نوار نقاله ماهی های آرد زنی شده را از زیر یک مخزن نگهداری مایع پوشش دهنده عبور داده و مایع از داخل مخزن توسط پمپی به روی آن پاشیده شد، در حین عبور بدلیل آغشته بودن سطح نوار نقاله قسمت تحتانی ماهی ها نیز به پوشش مایع آغشته گردید. همچنین بمنظور اجتناب از قرار گرفتن بیش از حد مورد نیاز مایع بر روی سطح محصول در حال عبور یک پمپ هوا مقادیر اضافی این مایع را مجدداً به مخزن زیر نقاله هدایت میکند. لعاب مورد استفاده در این مرحله شامل دو نوع لعاب، لعاب معمولی شامل آرد گندم (۲۱٪)، پودر سفیده تخم مرغ (۱۷٪)، آب (۶۱٪) و نمک (۰/۴٪)، آبلیمو (۰/۳٪) و فلفل سفید (۰/۳٪) و لعاب غنی شده تمپورا شامل آرد گندم (۱۶٪)، نشاسته (۳٪)، آرد ذرت (۵٪)، آرد سویا (۵٪)، پودر سفیده تخم مرغ (۷٪)، پودر شیر (۳٪)، بکینگ پودر (۲٪)، نمک (۰/۴٪)، فلفل (۰/۳٪)، آبلیمو (۰/۳٪)، روغن مایع (۶٪) و آب (۵۲٪) بوده است و همچنین به ترکیب فوق عصاره های آویشن و رزماری به میزان ۱۰۰ و ۵۰ ppm به عنوان مواد نگهدارنده طبیعی اضافه شد که ۵۰٪ از نمونه ها با لعاب معمولی و ۵۰٪ دیگر با لعاب تمپورا پوشش داده شدند. پس از این مرحله عمل آرد زنی ثانویه انجام گردید. در این مرحله کیلکاهای لعاب داده شده توسط تسمه نقاله به دستگاه آرد زنی منتقل و عبور آن از میان آرد سوخاری باعث شد تا سطح زیرین محصول توسط آرد پوشش داده شود. از مخزن بالای دستگاه نیز بر روی محصول لعاب داده شده آرد سوخاری ریخته میشود. در اینحال تنظیم دهانه مخزن میتواند مقدار ریزش آرد بر روی ماهی های لعاب داده شده را تنظیم نماید. درنهایت یک دمنده هوا مقدار اضافی این مواد را از محصول جدا و توسط یک بالابر مجدداً به مخزن اولیه منتقل نمود. پس از لعاب زنی و مرحله آرد زنی ثانویه ۵۰٪ از نمونه های هر تیمار سرخ و ۵۰٪ بقیه بصورت خام منجمد و بسته بندی شدند.



تصویر ۳-۴) آرد زنی ثانویه



تصویر ۳-۳) پس از آرد زنی اولیه و قبل از لعاب زنی

۴-۳-۳- سرخ کردن

۵۰٪ از کیلکاهای پوشش داده شده با تسمه نقاله از جنس استیل به دستگاه سرخ کن (Fryer) منتقل و بمدت ۱۲۰ ثانیه در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد در روغن مخصوص سرخ کردنی سرخ شدند و در پایان توسط همان تسمه نقاله از دستگاه سرخ کن خارج شده و به مرحله بعد هدایت گردیدند.



تصویر ۳-۶) پس از فرایر



تصویر ۳-۵) پس از آرد زنی ثانویه و قبل از سرخ شدن

۵-۳-۳- انجماد

در این مرحله هر چهار تیمار کیلکاهای سوخاری خام و پخته بطور مستقیم با تسمه نقاله به قسمت تحتانی دستگاه فریزر مارپیچی (Spiral Freezer) منتقل و در طی ۱۵ دقیقه در دمای ۴۰- درجه سیلیسیوس روش IQF منجمد شدند. کیلکاهای منجمد شده از قسمت فوقانی دستگاه فریزر مارپیچی خارج و به کمک یک تسمه نقاله لاستیکی به اتاق بسته بندی هدایت گردیدند.



تصویر ۳-۷) کیلکاهای سوخاری منجمد

۶-۳-۳- بسته بندی

در این مرحله کیلکاهای منجمد شده در داخل ظروف یکبار مصرف به همراه لفاف پلی اتیلنی قرار گرفته و بوسیله دستگاه دوخت پلاستیک درب بندی شدند و بر روی هر بسته کد مورد نظر ثبت گردید.



تصویر ۳-۸) کیلکاهای سوخاری بسته بندی شده

۷-۳-۳- نگهداری

بمنظور نگهداری محصول، ابتدا تیمارهای تولیدی به تفکیک جعبه گذاری و مشخصات تیمارها شامل تاریخ تولید و کدهای شناسایی بر روی جعبه ها نیز ثبت شده و سپس جعبه های محتوی کیلکاهای سوخاری به سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس منتقل گردیدند.

در طول مدت نگهداری ضمن نمونه برداری از ماهیان فاکتورهای شیمیائی پراکسید (PV)، اسیدهای چرب آزاد (FFA)، تیوباریتوریک اسید (TBARS)، مجموع ازت های فرار TVB-N برای هر یک از تیمارها و فاکتورهای باکتریولوژیک شامل شمارش کلی، کلیفرمی، سرمادوست ها، استافیلوکوک و قارچ مورد بررسی قرار گرفت. بعلاوه نمونه های تولیدی از نظر خصوصیات ارگانولپتیک نیز مورد ارزیابی حسی واقع شدند و به نمونه های تولیدی در فرم های پیش بینی شده نمره داده شد. همچنین ارزش غذایی محصول شامل درصد رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر نیز تعیین گردید.

جهت ارزیابی کیفی، نمونه برداری در فاز صفر (زمان تولید)، پس از یکروز (فاز ۱) و در ادامه در فواصل ماهانه (فاز ۳، ۴ و ۵) در ۲ تکرار انجام گردید.

۴-۳- ارزیابی فاکتورهای شیمیایی

آزمایش های شیمیایی نمونه ها به شرح ذیل انجام پذیرفت: ۴-۳-۱- ارزیابی فاکتورهای ارزش غذایی

- اندازه گیری درصد پروتئین

اندازه گیری پروتئین بروش ماکرو کجالدال اتوماتیک صورت گرفت که شامل دو مرحله بشرح ذیل میباشد:
۱- مرحله هضم ماده غذایی: مقدار ۲ گرم از نمونه غذایی را به همراه ۸ گرم کاتالیزور شامل ۹۶٪ سولفات سدیم خشک، ۳/۵٪ سولفات مس و ۰/۵٪ دی اکسید سلنیم را پس از توزین به همراه کاغذ صافی در یک بالن هضم منتقل و مقدار ۲۵-۲۰ سی سی اسید سولفوریک غلیظ به آنها اضافه گردید. بالن را به دستگاه مخصوص هضم وصل کرده و توسط بک گاز حرارت داده شد. (داخل حباب دستگاه به مقدار ۱/۳ حجم آن سود ۵۰ درصد ریخته تا گاز های متصاعد شده را جذب نماید).

حرارت در ابتداء باید ملایم و کم باشد تا زمانیکه محتوی داخل بالن دیگر کف نکند. آنگاه حرارت را زیاد نموده تا زمانیکه مایع زلال و بی رنگی (آبی کمرنگ متمایل به سبز که در اثر ماندن تقریباً بی رنگ میشود) حاصل شود. این مرحله اغلب ۲-۳ ساعت بطول می انجامد. این مرحله بدلیل جلوگیری از انتشار گازهای محرک و سوزاننده بایستی در زیر هود شیمیائی انجام شود (AOAC, 2002).

۲- تقطیر ماده هضم شده: پس از مرحله هضم و سرد شدن بالن ، در حدود ۲/۳ حجم آن آب مقطر ریخته و تعدادی سنگ جوش به آن اضافه شد. سپس قیف سود ریز دستگاه را از سود ۵۰٪ پر شد. مقدار ۵۰ میلی لیتر اسید بوریک ۲٪ را داخل یک ارلن مایر گیرنده (به حجم ۳۰۰ میلی لیتر) ریخته و پس از افزودن ۴ قطره معرف برموکروزول در زیر قیف متصل به دستگاه سرد کننده قرار داده شد. شیر آب سرد کندانسور را باز نموده و همزمان با حرارت دادن بالن تا زمانیکه محتوی بالن بجوش آید باید از راه قیف سود ریز قطره قطره به آن سود اضافه شود تا رنگ قهوه ای تیره حاصل شود. آنگاه اضافه کردن سود متوقف شده و حرارت دهی ادامه می یابد تا تمام آمونیاک متصاعد شده در در ارلن گیرنده جمع شود (معمولاً جمع آوری ۲۰۰ ml محلول تقطیر شده اطمینان بخش است). در این حال رنگ محتوی ارلن گیرنده برنگ سبز روشن در می آید. سپس ارلن گیرنده را از دستگاه تقطیر جدا کرده و با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترو می کنیم تا مجدداً رنگ صورتی باز گردد. پروتئین ماده غذایی از رابطه زیر محاسبه شد (AOAC, 2002).

$$\% \text{protein} = \frac{\text{ml} \times \text{meqN} \times \text{N} \times \text{I} \times 100}{\text{P}}$$

ml = مقدار مصرف اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال

meqN = میلی اکوی والان ازت که برابر با ۰/۱۴ است

N = نرمالیه محلول اسید سولفوریک

I = ضریب پروتئین

P = مقدار نمونه

- اندازه گیری درصد خاکستر

کروزه و درب آن را تا حصول وزن ثابت در داخل کوره ۵۵۰ درجه سلیسیوس قرار داده شد. سپس آن را بداخل دسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن با ترازوی دیجیتالی تا سه رقم اعشار وزن نمود. حدود ۵ گرم از نمونه را داخل کروزه منتقل نموده سپس بر روی شعله بقدری حرارت داده تا دیگر دودی متصاعد نگردد. سپس کروزه ها را به داخل کوره منتقل نموده و درجه حرارت کروزه را بتدریج افزایش داده تا به ۵۵۰ درجه سلیسیوس برسد، سپس نمونه ها را ۱۲ ساعت در این دما نگه داشته در صورت بدست آمدن خاکستر سفید کوره را خاموش کرده کروزه ها را داخل دسیکاتور سرد نموده سپس با ترازو وزن شد. درصد خاکستر با فرمول ذیل محاسبه گردید. (AOAC,2002)

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{\text{وزن خاکستر}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

- اندازه گیری درصد رطوبت

ابتدا ظروف اندازه گیری رطوبت (پلیت های شیشه ای) را بمدت نیم ساعت در آون به دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا رطوبت آن بطور کامل گرفته شود. سپس آنرا داخل دسیکاتوری که حاوی رطوبت گیر مناسب (سیلیکاژل آبی) است قرار داده تا در دمای محیط سرد شود و آن را با دقت حداقل یک میلی گرم توزین کرد. سپس ۱۰ گرم از نمونه ماده غذایی را پس از خرد کردن در داخل ظرف رطوبت گیر ریخته با ترازوی یک هزارم توزین نموده و وزن دقیق آن یاد داشت شد. پتری های محتوی نمونه را برای مدت ۶ ساعت در داخل آون به دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده و پس از این مدت ظرف های محتوی نمونه را در داخل دسیکاتور سرد نموده توزین کرده و وزن آن یاد داشت شد. این عمل را باید برای حصول اطمینان تا رسیدن به وزن ثابت تکرار نمود. برای محاسبه میزان رطوبت نمونه ماده غذایی از رابطه زیر استفاده گردید. (AOAC,2002)

$$\text{رطوبت} \% = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_0}$$

m_1 = وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن

m_2 = وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن

m_0 = وزن نمونه

- اندازه گیری درصد چربی

برای اندازه گیری چربی از روش سوکسله استفاده شد. در این روش ابتداء ۵ گرم ماده غذایی آماده شده (خشک شده) را دقیقاً در کاغذ صافی توزین نموده و داخل کارتوش سوکسله گذاشته و سر آن را پنبه گذاشتیم و داخل قسمت استخراج کننده قرار داده شد. سپس بالن دستگاه را که از قبل در آون ۱۰۵ درجه بخوبی خشک کرده و در دسیکاتور سرد نموده و بدقت وزن نموده و وزن دقیق آن یاد داشت شد. در داخل بالن دستگاه به

میزان ۲/۳ اتردوپترول ریخته و به دستگاه وصل گردید. شیر آب سرد دستگاه کندانسور را باز کرده و بالن را توسط هیتر پنج شعله حرارت داده شد (۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد) پس از ۸-۶ ساعت بالن را از دستگاه جدا نموده و حلال آن را در بن ماری تبخیر نموده و تا حصول وزن ثابت آن را در اتو ۱۰۵°C حرارت داده و پس از سرد کردن بالن در دسیکاتور وزن دقیق آن یاد داشت شد و درصد چربی را از رابطه زیر محاسبه گردید (AOAC,2002).

$$\% \text{Fat} = \frac{F \times 100}{P}$$

F = مقدار چربی در نمونه

P = مقدار نمونه برداشت شده

۲-۴-۳- ارزیابی فاکتورهای فساد شیمیایی

- اندازه گیری مقدار pH

مقدار ۲۰ گرم نمونه را پس از خرد کردن در ۱۰۰ سی سی آب مخلوط نموده و پس از چند دقیقه صاف گردید. بعد از گذشت ۵ تا ۱۰ دقیقه در حرارت معمول آزمایشگاه و ست نمودن دستگاه pH متر مقدار pH را بوسیله قرار دادن سر الکتروود دستگاه pH متر در مایع صاف شده اندازه گرفته شد (AOAC,2002).

- اندازه گیری کل مواد از ته فرار TVB-N

۱۰ گرم از نمونه گوشت، ۲ گرم اکسید منیزیوم، ۳۰۰ میلی لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش را به بالن کلدال منتقل نموده، در یک ارلن مایر مقدار ۲۵ میلی لیتر محلول ۲٪ سید بوریک و چند قطره معرف متیل قرمز اضافه نموده و آن را در زیر قیف کندانسور قرار داده شد. دستگاه تقطیر را وصل کرده و محتوی بالن را حرارت داده تا در مدت ۱۰ دقیقه بجوش آید و با همین حرارت برای مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر را ادامه دادیم. سپس حرارت را قطع کرده داخل سرد کننده را با آب سرد شستشو داده شد و محلول تقطیر شده را با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیترو گردید. برای محاسبه، مقدار اسید سولفوریک را در ضریب ثابت ۱۴ ضرب میکنیم تا مقدار ازت فرار بر حسب میلی گرم در صد گرم ماده گوشتی محاسبه شد (AOAC,2002).

- اندازه گیری ارزش پراکسید PV

۱۵۰ گرم نمونه به کمک همزن مکانیکی با ۲۵۰ cc کلروفرم بمدت ۵ دقیقه مخلوط نموده و سپس به کمک یک کاغذ صافی صاف گردیده و محلول صاف شده از کاغذ صافی دیگری که تا نیمه از سولفات سدیم خشک پر شده بود عبور داده شد، این محلول برای مراحل دیگر حفظ گردید. ۱۰ cc از این محلول در یک پتری دیش

کاملاً خشک و وزن شده ریخته شد و زیر هود تبخیر گردید و پس از آن بمدت یک ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک گردد و سپس با گذاشتن در دسیکاتور و پس از سرد شدن توزین گردیده شد. ۲۵ cc از محلول تهیه شده اولیه برداشته و ۳۷ cc اسید استیک گلاسیال و ۱ cc یدید پتاسیم اشباع اضافه نمودیم و پس از یک دقیقه ۳۰ cc آب مقطر و کمی معرف چسب نشاسته به آن اضافه گردید و ید آزاد شده با محلول ۰/۰۱ نرمال تیوسولفات سدیم تا ظهور رنگ شیری تیترا گردید و مقدار پراکسید بر حسب میلی اکسی والان گرم در کیلو گرم ماده چرب طبق رابطه زیر محاسبه شد (AOAC, 2002).

$$PV = \frac{S \times N \times 1000}{W}$$

S = تیتراسیون نمونه

N = نرمالیه تیوسولفات سدیم

W = وزن نمونه روغن

– اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد FFA

اسیدهای چرب آزاد (FAA) شاخص دیگر اندازه گیری فساد چربی می باشد که افزایش آن پس از مرگ ماهی در طی مدت زمان ماندگاری، نشان دهنده فساد هیدرولیتیک چربی می باشد و ناشی از عمل آنزیم های هیدرولیز کننده بر روی چربی های استریفیه است. فعالیت لیپولیتیک ماهی در طی دوره نگهداری آن در دماهای پایین بسته به نوع گونه و محل بافت مورد نظر متفاوت است. (Aubourg et al, 1998)

۲۵ Cc از الکل اتیلیک خنثی شده به وسیله سود نرمال به نمونه روغن اضافه گردید. سپس در مراحل بعدی با کمک ۲ تا ۳ قطره معرف فنل فتالین و میزان مصرفی سود نرمال مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسید اولئیک بر طبق رابطه زیر مشخص گردید. (Peralta et al, 2005).

$$\frac{N \text{ سود حجم}}{\text{روغن وزن نمونه}} = \text{FFA}$$

– اندازه گیری تیوباربتوریک اسید TBARS

اندازه گیری TBARS به وسیله روش رنگ سنجی صورت گرفت. مقدار ۲۰۰ میلی گرم از نمونه چرخ شده ماهی به یک بالن ۲۵ میلی لیتری انتقال یافت و سپس با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی لیتر از مخلوط فوق به لوله های خشک درب دار وارد شده و به آن ۵ میلی لیتر از معرف TBA افزوده گردید (معرف TBA به وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی گرم از TBA در ۱۰۰ میلی لیتر حلال ۱- بوتانل پس از فیلتر شدن به دست می آید). لوله های درب دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب (As) در ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab) خوانده شد. مقدار

TBARS (میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی) بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (Natseba, et al, 2005).

$$TBA = \frac{(As - Ab) \times 50}{200}$$

۳-۵-۳-۵ ارزیابی فاکتورهای میکروبی

۳-۵-۱-۳-۵ شمارش کلی میکرو ارگانیسم های هوازی و سرمادوست

برای شمارش کل باکتریها و باکتری های سرما دوست در نمونه های تهیه شده، از محیط کشت پلیت کانت آگار (Plate count agar) استفاده شد، بعد از ساخت محیط کشت، با میکرو سمپلر ۰/۱ میلی لیتری از نمونه های تهیه شده طبق دستور العمل بالا، بر روی محیط کشت به طور سطحی پخش شد در صورت نیاز (بالا بودن تعداد باکتری در یک پلیت) رقیق سازی نمونه ها با رقت ۱:۱۰ در محلول سرم فیزیولوژی درون لوله های آزمایش استریل در مراحل بعدی نمونه برداری انجام شد. پلیت کانت های کشت داده شده مربوط به کل باکتری ها بعد از ۴۸ ساعت انکوباسیون در ۳۷ °C شمارش شدند و پلیت های مربوط به باکتری های سرمادوست بعد از ۱۰ روز انکوباسیون در ۷ °C شمارش شدند (Ben-Gigiry و همکاران، ۱۹۹۸). داده های حاصل از شمارش چشمی پلیت ها در عکس رقت استفاده شده ضرب شده، بر وزن نمونه برداشت شده (۱۰ گرم) تقسیم شد و از عدد بدست آمده لگاریتم گرفته شد تا لگاریتم تعداد کلنی در واحد وزن (Log cfu/g) به دست آید. (استاندارد شماره ۵۲۷۲) و (استاندارد شماره ۲۶۲۹).

۳-۵-۲-۳-۵ شمارش کلیفرم ها

پس از تهیه رقت به روش بالا محیط VRBA را روی رقت های داخل پلیت ریخته و بصورت pure plate کشت داده و پس از ۴۸ ساعت قرار دادن نمونه ها در انکوباتور ۳۷-۳۵ °C شمارش کلیفرمی را انجام میدهیم. (استاندارد شماره ۱۱۱۶۶).

۳-۵-۳-۳-۵ شمارش قارچ و مخمرها

از رقت های ۱-۱۰ تا ۱۰-۳ بر روی محیط YGC و سابروودکستروز آگار بمیزان ۱ cc ریخته و دور آن را چسب زده و در دمای ۲۵ °C (دمای اتاق) قرار داده پس از سه الی چهار روز به شمارش قارچ ها و مخمر ها میپردازیم محدوده استاندارد برای قارچ و مخمرها در فیش برگر خام ۱۰۳ می باشد (استاندارد شماره ۱-۱۰۸۹۹).

۴-۵-۳- شمارش استافیلوکوک کواگولاز مثبت

کشت مقدار مشخصی از آزمایش (در صورت مایع بودن) و یا سوسپانسیون اولیه (در صورت جامد بودن) و رقت های تهیه شده از آنها، در سطح محیط کشت جامد انتخابی (ترجیحاً برای هر رقت دو پلیت استفاده شود).

گرمخانه گذاری هوازی پلیت ها، در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت انجام شد. محاسبه تعداد استافیلوکوکوسهای کواگولاز مثبت در هر میلی لیتر یا در هر گرم از نمونه، به طریق شمارش پرگنه های مشخص و یا نا مشخص موجود در پلیت های دارای رقت انتخابی که نتیجه معنی داری داده و بوسیله آزمایش کواگولاز تأیید خواهد شد (استاندارد شماره ۱-۶۸۰۶).

۶-۳- ارزیابی ارگانولپتیک یا حسی (QIM)

ارزیابی حسی (Sensory evaluation) نمونه ها بر مبنای سنجش میزان پذیرش (acceptance) نمونه های پخته شده و با استفاده از فرم های ۵ رده ای انجام شد (gwatts et al., 1989 استاندارد شماره ۳۵۸۰) تیمارهای تولید شده بصورت جداگانه توسط ۹ نفر ارزیاب از پیش تعیین شده (کارشناسان مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان) که همگی دارای سابقه فعالیت تخصصی در زمینه تست فرآورده های آبزیان به مدت بیش از ده سال بودند، از حیث شاخص های بو، طعم و مزه، بافت، تردی، چسبندگی و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. درجه مقبولیت و ارزیابی کیفی (Quality Score) هر یک از ویژگی های مورد نظر بین ۵ و یک امتیاز بندی شده، بطوریکه امتیاز ۵ (خیلی خوب)، ۴ (خوب)، ۳ (متوسط)، ۲ (بد) و ۱ (خیلی بد) می باشد (جدول ۱). علیرقم آشنائی قبلی، نحوه ارزیابی و عملکرد هر یک از ارزیابان به صورت حضوری برای تک تک آنها تشریح گردید. ظروف حاوی نمونه ها به همراه یک لیوان آب و فرم ارزیابی حسی، به ارزیاب ها عرضه گردید. ترتیب ارائه نمونه ها به صورت کاملاً تصادفی بود. در زیر نمونه ای از فرم ارزیابی کیلکای سوخاری آورده شده است.

جدول ۳-۵) نمونه فرم ارزیابی حسی نمونه های کیلکای سوخاری

نمونه	خیلی خوب	خوب	متوسط	بد	خیلی بد
بو					
طعم و مزه					
بافت					
تردی					
چسبندگی لعاب					

۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS-19 و Minitab-17 انجام پذیرفت. پس از توزیع نرمال داده ها، نتایج این آزمون جهت آنالیز آماری داده ها و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها از لحاظ تاثیر لعاب، نوع فرآوری و زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل هر سه فاکتور بر هم، در سطح ۹۵ درصد از آزمون GLM (General linear model) استفاده گردید. نمودارهای مربوطه نیز بوسیله برنامه Main Effects Plot و Interaction Plot از نرم افزار Minitab-17 ترسیم گردید.

۴-نتایج

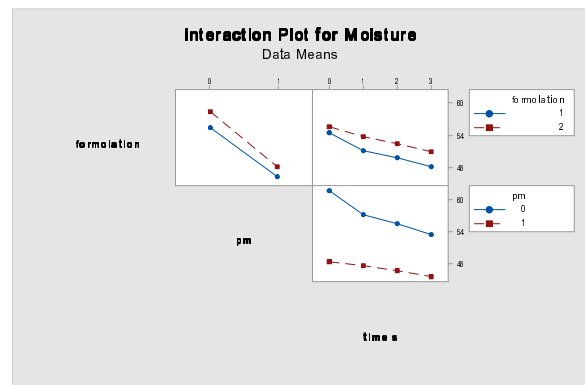
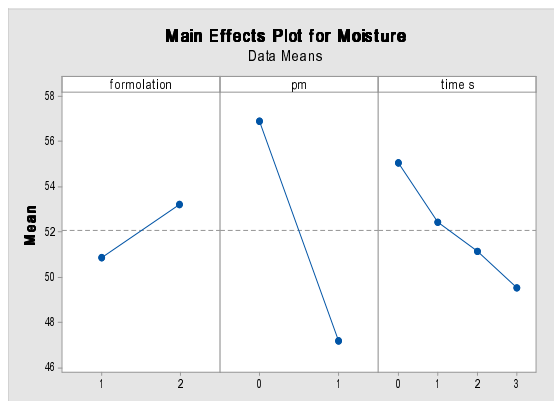
۴-۱- ارزیابی ترکیبات شیمیایی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید و طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس) ترکیب شیمیایی به ویژه مقدار و کیفیت چربی، در زمان نگهداری ماهی در سردخانه و پس از انجماد، دچار تغییراتی میشود.

جدول (۴-۱): تغییرات F-values و P-values حاصل از آنالیز آماری ANOVA به روش General linear model (GLM) برای ترکیبات تقریبی رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر

Factors	رطوبت		چربی		پروتئین		خاکستر	
	F	P	F	P	F	P	F	P
X1	۱۴۳/۲۲	۰/۰۰۰	۰/۷۰	۰/۴۱۷*	۱۶۵/۶۹	۰/۰۰۰	۵/۵۱	۰/۰۳۲
X2	۲۴۸۰/۹۲	۰/۰۰۰	۱۴۱۵/۴۹	۰/۰۰۰	۱۱۹/۲۸	۰/۰۰۰	۱/۴۳	۰/۲۴۹*
X3	۱۴۱/۲۹	۰/۰۰۰	۱/۰۰	۰/۴۱۸*	۲۸/۰۱	۰/۰۰۰	۲۶/۹۴	۰/۰۰۰
X1*X2	۸/۸۴	۰/۰۰۹	۱/۲۹	۰/۲۷۳*	۰/۰۰	۰/۹۶۲*	۰/۰۰	۰/۹۶۲*
X1*X3	۴/۳۹	۰/۰۱۹	۰/۱۰	۰/۹۶۱*	۲/۳۶	۰/۱۱۰*	۰/۰۵	۰/۹۸۴*
X2*X3	۳۵/۴۲	۰/۰۰۰	۰/۲۶	۰/۸۵۴*	۱/۳۴	۰/۲۶۷*	۰/۰۳	۰/۹۹۴*
X1*X2*X3	۱/۰۶	۰/۳۹۴*	۰/۰۵	۰/۹۸۵*	۰/۰۸	۰/۹۶۸*	۰/۰۱	۰/۹۹۸*
R ²	۰/۹۲		۰/۸۸		۰/۹۵		۰/۹۷	

X1: نوع لعاب (معمولی و تمپورا)، X2: نوع فرآوری (خام و سرخ شده)، X3: زمان نگهداری، F: F-values و P: P-values، R²: ضریب تعیین
*: عدم اختلاف معنی دار ($P > 0.05$)

۱-۱-۴- اندازه گیری رطوبت



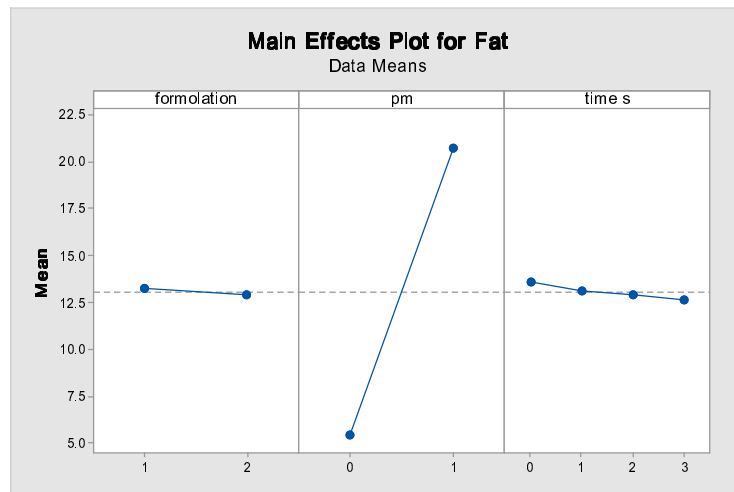
نمودار ۴-۱) تغییرات شاخص رطوبت در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، هر سه عامل نوع لعاب و نوع فرآوری (خام و پخته) و همچنین زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر تغییرات رطوبت داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری، لعاب و زمان و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=29/2480$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب و زمان ($F=29/141$) داشت.

تغییرات میزان رطوبت در هر چهار تیمار طی مدت نگهداری به صورت منجمد روند کاهشی داشته و این روند در فازهای مختلف در سطح ۹۵٪ معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$).

این روند کاهشی در تیمارهای با لعاب تمپورا (۷/۲۲ و ۲/۰۴ درصد) نسبت به لعاب معمولی (۹/۱۱ و ۳/۶۶ درصد) کمتر بوده است و این نشان دهنده تاثیر بیشتر لعاب تمپورا در حفظ رطوبت کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای سردخانه می باشد.

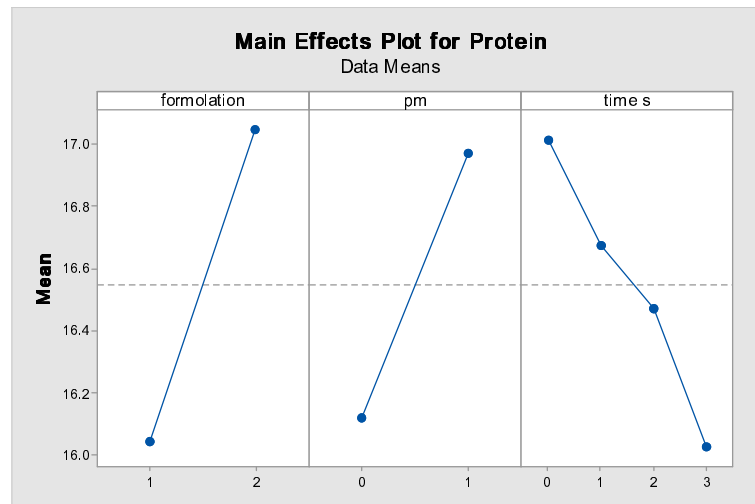
۲-۱-۴- اندازه گیری میزان چربی



نمودار ۲-۴) تغییرات شاخص چربی در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، در محتوای چربی فقط عامل نوع فرآوری تاثیر معنی داری داشت ($P \leq 0.05$). تغییرات میزان چربی کل در کیلکاهای سوخاری با لعاب معمولی و تمپورا طی مدت نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس روند کاهشی داشت.

۳-۱-۴- اندازه گیری پروتئین

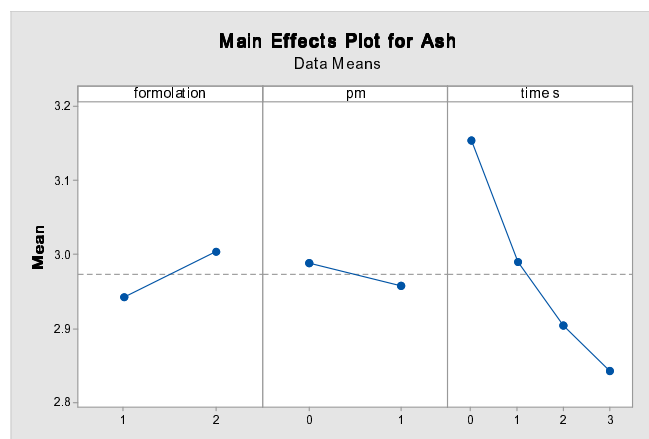


نمودار ۳-۴) تغییرات شاخص پروتئین در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

محتوای پروتئین نیز از لحاظ نوع لعاب، نوع فرآوری و زمان نگهداری، در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار نشان داد ($P \leq 0/05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع لعاب ($F=69/165$) و کمترین تاثیر را زمان نگهداری ($F=0/28$) داشت.

بررسی نتایج مربوط به آزمایشهای پروتئین نشان داد که میانگین پروتئین در هر ۴ تیمار در طی مدت زمان نگهداری در سردخانه کاهش اندکی داشت و این کاهش در فازهای معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$).

۴-۱-۴- اندازه گیری خاکستر



نمودار ۴-۱-۴ تغییرات شاخص خاکستر در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

در محتوای خاکستر عامل لعاب و زمان تاثیر معنی دار داشت ($P \leq 0/05$). که تاثیر زمان بیشتر بوده است ($F=94/26$).

طی دوره نگهداری میزان خاکستر در هر ۴ تیمار در فازهای مختلف روند کاهشی داشت و این کاهش در فازهای مختلف اختلاف معنی دار را نشان داده است ($P \leq 0/05$).

۴-۲- ارزیابی شاخص های فساد در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

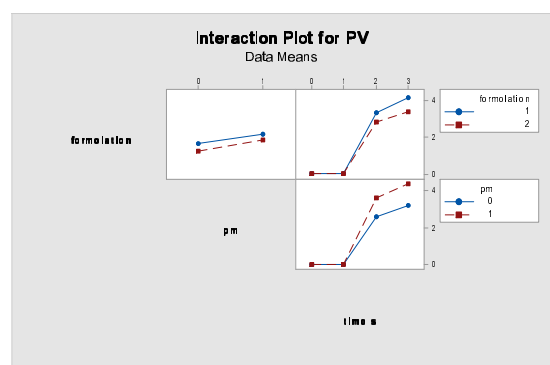
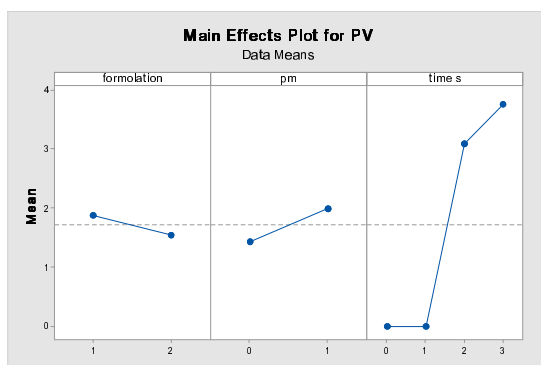
در این تحقیق مقادیر شاخص های فساد شامل اندازه گیری اسیدهای چرب آزاد (FFA)، Free fatty acid، شاخص پراکسید (PV)، Peroxide value، تیوباربتوریک اسید (TBARS)، Thiobarbitoric acid، مقادیر بازهای فرار (TVB-N) و pH در زمان تولید، به هنگام نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس و ماههای مختلف در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا اندازه گیری شد.

جدول (۴-۲): تغییرات F-values و P-values حاصل از آنالیز آماری ANOVA به روش General linear model (GLM) برای شاخص پراکسید (PV)، مقادیر بازهای فرار (TVB-N)، تیوباریتوریک اسید (TBArS)، اسیدهای چرب آزاد (FFA) و pH

Factors	PV		TVB-N		TBA		FFA		pH	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
X1	۴۵/۳۲	۰/۰۰۰	۴۰/۹۶	۰/۰۰۰	۵۰/۵۲	۰/۰۰۰	۳/۲۷	۰/۰۸۹*	۱۶۴/۷۴	۰/۰۰۰
X2	۱۲۴/۳۷	۰/۰۰۰	۲۷/۹۵	۰/۰۰۰	۱۷/۱۰	۰/۰۰۱	۱۲/۹۱	۰/۰۰۲	۲۵/۴۰	۰/۰۰۰
X3	۱۶۲۹/۸۷	۰/۰۰۰	۱۹۳۳/۶۱	۰/۰۰۰	۶۰۸/۰۲	۰/۰۰۰	۱۸۸/۰۴	۰/۰۰۰	۲۴۵/۴۰	۰/۰۰۰
X1*X2	۰/۷۲	۰/۴۱۰*	۱/۷۵	۰/۲۰۵*	۰/۰۰	۱/۰۰۰*	۰/۲۲	۰/۶۴۴*	۱۵/۳۷	۰/۰۰۱
X1*X3	۱۶/۴۶	۰/۰۰۰	۱/۳۸	۰/۲۸۶*	۵/۷۸	۰/۰۰۷	۰/۲۷	۰/۸۴۳*	۴۰/۱۲	۰/۰۰۰
X2*X3	۴۱/۸۸	۰/۰۰۰	۰/۶۱	۰/۶۲۱*	۰/۲۹	۰/۸۳۰*	۳/۲۷	۰/۰۴۹	۷/۰۵	۰/۰۰۳
X1*X2*X3	۱/۹۵	۰/۱۶۲*	۳/۷۵	۰/۰۳۳	۰/۱۹	۰/۹۰۰*	۰/۰۴	۰/۹*	۶/۴۹	۰/۰۰۴
R ²	۰/۷۹		۰/۹۱		۰/۹۷		۰/۹۱		۰/۹۲	

X1: نوع لعاب (معمولی و تمپورا)، X2: نوع فرآوری (خام و سرخ شده)، X3: زمان نگهداری، F: F-values، P: P-values، R²: ضریب تعیین
*: عدم اختلاف معنی دار ($P > 0.05$)

۱-۲-۴- اندازه گیری پراکسید (PV)



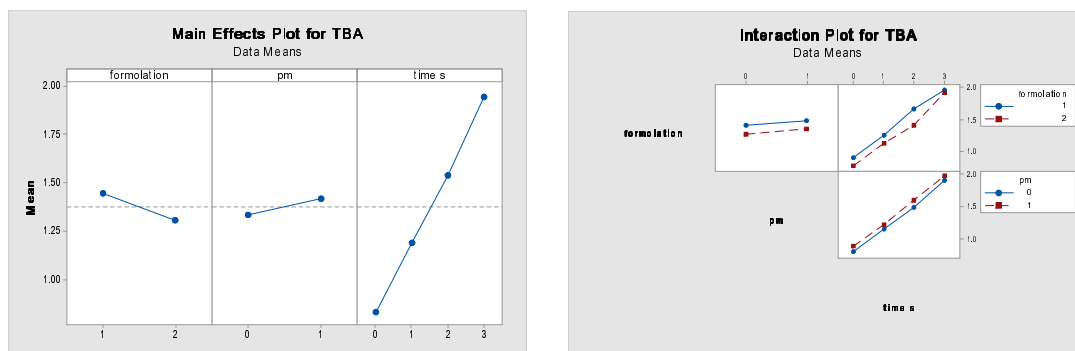
نمودار (۴-۵) تغییرات شاخص PV در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، هر سه عامل نوع لعاب و نوع فرآوری (خام و پخته) و همچنین زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر تغییرات پراکسید داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و زمان و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را زمان ($F=87/1629$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب و زمان ($F=32/45$) داشت.

همانطور که در نمودار مشاهده می شود میزان تغییرات پراکسید در هر ۴ تیمار تا ماه اول صفر گزارش گردید که این نشان دهنده عدم تغییرات در فساد اکسیداسیونی چربی های ماهی تا ماه اول بوده است و پس از ۲ ماه میزان

پراکسید در طی دوره نگهداری در هر ۴ تیمار افزایش داشت، این افزایش در همه تیمارها معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$).

۲-۲-۴- اندازه گیری مقادیر عدد تیوبار بیتوریک اسید (TBARS)



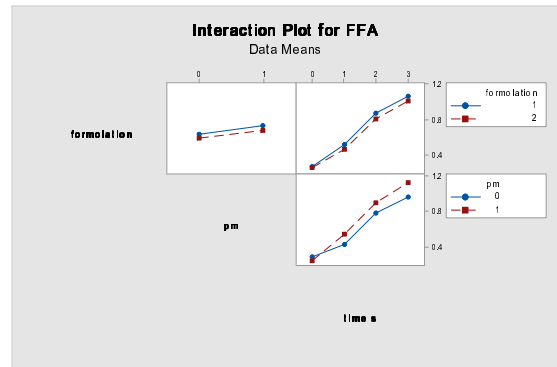
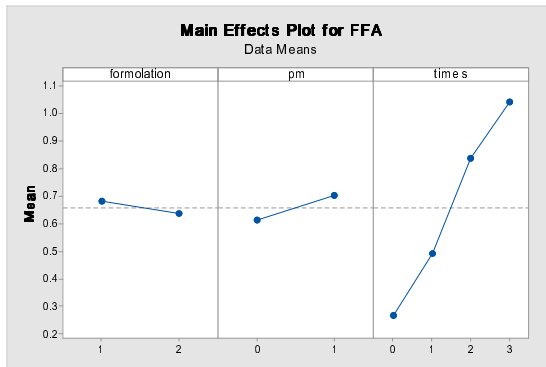
نمودار ۴-۶) تغییرات شاخص TBA در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، هر سه عامل نوع لعاب و نوع فرآوری (خام و پخته) و همچنین زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر تغییرات TBARS داشت ($P \leq 0/05$). تاثیر متقابل لعاب و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). که در این بین بیشترین تاثیر را زمان ($F=0/2/608$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب و زمان ($F=78/5$) داشت.

تغییرات تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت) در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در فازهای مختلف نمونه برداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس در جدول (پیوست) نشان داده شده است.

میزان TBARS در طی دوره نگهداری در هر ۴ تیمار افزایش داشت، به طوری که بیشترین آنها در همه تیمارها مربوط به ماه سوم نمونه برداری بوده است اما افزایش مقدار TBARS در فاز ۴ هنوز در حد پذیرش و مجاز می باشد. این افزایش در ماههای مختلف در هر دو تیمار معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$).

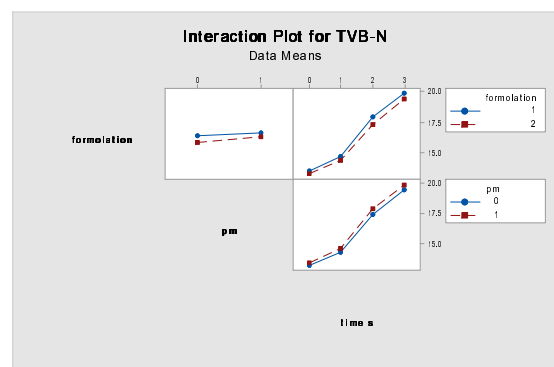
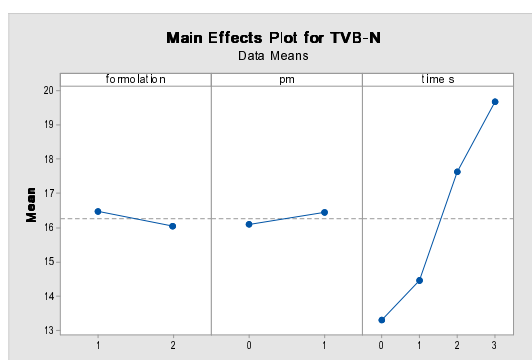
۳-۲-۴- اندازه گیری مقادیر اسید های چرب آزاد (FFA)



نمودار ۴-۷) تغییرات شاخص FFA در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، دو عامل نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر تغییرات FFA داشت ($P \leq 0/05$). تاثیر متقابل نوع فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). که در این بین بیشترین تاثیر را زمان ($F=04/188$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل فرآوری و زمان ($F=27/3$) داشت. فساد هیدرولیتیکی چربی نیز در نمونه های کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپوراتی نگهداری به صورت منجمد مشاهده شد ولی این میزان در پایان ماه سوم هنوز در حد پذیرش و مجاز بوده است. نتایج حاصل از آزمایشهای شیمیایی نشان داد که در هر ۴ تیمار مورد بررسی مقدار FFA در فازهای مختلف در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار داشته است ($P \leq 0/05$).

۴-۲-۴- مقادیر مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

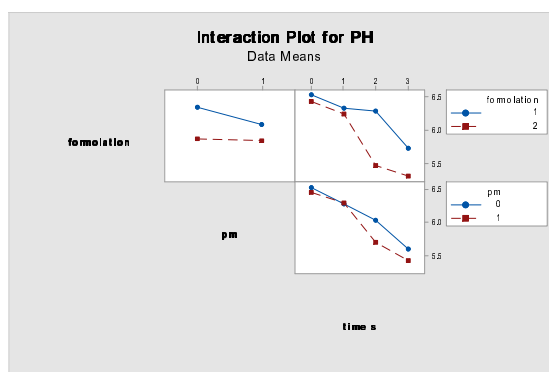
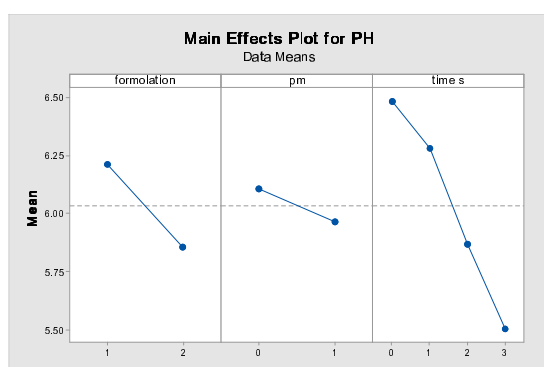


نمودار ۴-۸) تغییرات شاخص TVB-N در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، هر سه عامل نوع لعاب و نوع فرآوری (خام و پخته) و همچنین زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر تغییرات TVB-N داشت ($P \leq 0/05$). تاثیر متقابل هر سه فاکتور نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). که در این بین بیشترین تاثیر را زمان ($F=61/1933$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب، فرآوری و زمان داشت ($F=75/3$).

میزان TVB-N در کیلکاهای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی دوره نگهداری افزایش یافت که البته این افزایش از محدوده پذیرش عبور نکرد. این افزایش در ماههای مختلف نیز در هر ۴ تیمار معنی دار بود ($P \leq 0/05$).

۵-۲-۴- اندازه گیری مقادیر pH



نمودار ۴-۹) تغییرات شاخص pH در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده، همه فاکتورها تاثیر معنی داری بر تغییرات pH داشت ($P \leq 0/05$). که در این بین بیشترین تاثیر را زمان ($F=40/245$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب، فرآوری و زمان داشت ($F=49/6$). طبق نتایج بدست آمده از آزمایشات انجام شده میزان pH در هر ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه کاهش یافت (جدول پیوست). کاهش pH در هر ۴ تیمار مورد بررسی در فازهای مختلف در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار نشان داده است ($P \leq 0/05$).

۳-۴- ارزیابی شاخص های میکروبی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید و طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

جدول (۳-۴): تغییرات F-values و P-values حاصل از آنالیز آماری ANOVA به روش General linear model (GLM) برای شمارش کلی باکتریها، کلیفرم، سرمادوست، کپک و مخمر و استافیلوکوکوس آرنوس

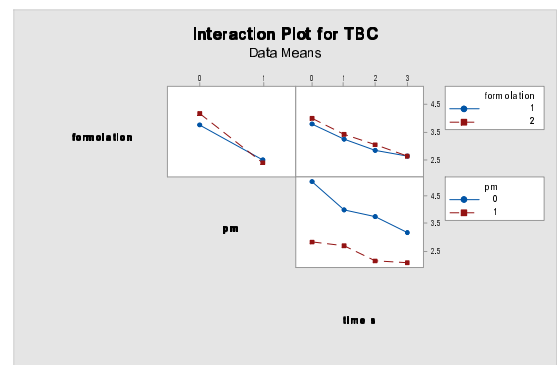
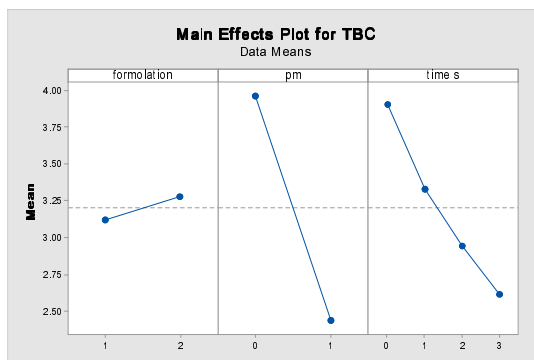
Factors	شمارش کلی باکتریها		شمارش کلیفرمها		شمارش باکتریهای سرمادوست		شمارش کپک و مخمر		شمارش باکتریهای استافیلوکوک	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
X1	۳/۳۱	۰/۰۸۸*	۰/۲۳	۰/۶۴۱*	۵/۹۱	۰/۰۲۷	۰/۲۰	۰/۶۶۱*	۳۲/۱۵	۰/۰۰۰
X2	۳۲۹/۵۳	۰/۰۰۰	۶۲۴/۴۳	۰/۰۰۰	۸۰۲/۹۳	۰/۰۰۰	۶۹/۱۹	۰/۰۰۰	۱۱۸۶/۷۲	۰/۰۰۰
X3	۴۳/۵۳	۰/۰۰۰	۳۱/۷۹	۰/۰۰۰	۱۹/۶۰	۰/۰۰۰	۶۹/۱۹	۰/۰۰۰	۱۶/۵۶	۰/۰۰۰
X1*X2	۱۰/۷۲	۰/۰۰۵	۱۱/۵۴	۰/۰۰۴	۵/۹۱	۰/۰۲۷	۰/۲۰	۰/۶۶۱*	۳۲/۱۵	۰/۰۰۰
X1*X3	۰/۳۵	۰/۷۸۹*	۰/۱۲	۰/۹۴۷*	۰/۸۲	۰/۵۰۴*	۰/۲۰	۰/۸۹۵*	۱/۲۳	۰/۳۳۳*
X2*X3	۸/۱۶	۰/۰۰۲	۴/۸۷	۰/۰۱۴	۱۹/۶۰	۰/۰۰۰	۶۹/۱۹	۰/۰۰۰	۱۶/۵۶	۰/۰۰۰
X1*X2*X3	۲/۸۵	۰/۰۷۰*	۰/۲۸	۰/۸۴۲*	۰/۸۲	۰/۵۰۴*	۰/۲۰	۰/۸۹۵*	۱/۲۳	۰/۳۳۳*
R ²	۹۶/۹۵		۹۷/۹۰		۹۸/۳۲		۹۶/۸۱		۹۸/۸۴	

X1: نوع لعاب (معمولی و تمپورا)، X2: نوع فرآوری (خام و سرخ شده)، X3: زمان نگهداری، F: F-values و P: P-values، R²: ضریب تعیین

*: عدم اختلاف معنی دار ($P > 0.05$)

در زمان تولید در کیلکای سوخاری سرخ شده در مقایسه با کیلکای سوخاری خام شمارش کلی میکروبی و شمارش کلی کلیفرمها کاهش معنی داری مشاهده شد ($P \leq 0.05$) و کپک و مخمر، استافیلوکوک و باکتری های سرمادوست در محصولات سرخ شده مشاهده نشد. شمارش کلی باکتریها، شمارش کلی کلیفرم و شمارش باکتریهای سرمادوست در هر ۴ تیمار طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس کاهش یافت که این کاهش در نمونه های خام در همه ی فازها و در تیمار سرخ شده در ۲ فاز آخر اختلاف معنی دار داشته است ($P \leq 0.05$). در هر 4 تیمار طی نگهداری در سردخانه مقادیر کپک و مخمر شمارش نشد. باکتریهای استافیلوکوک در کیلکای سوخاری خام طی نگهداری در دمای انجماد روند کاهشی داشته و این روند در همه فازها با هم اختلاف معنی دار را نشان داد ($P \leq 0.05$) و در کیلکای سوخاری سرخ شده نیز شمارش نشد.

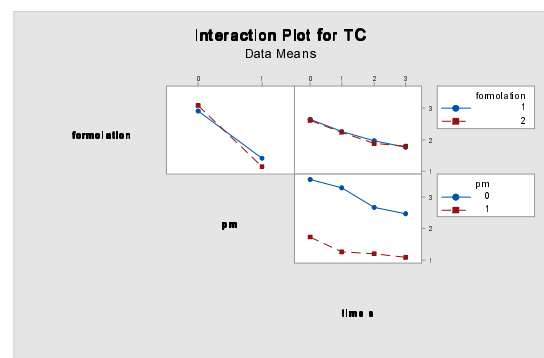
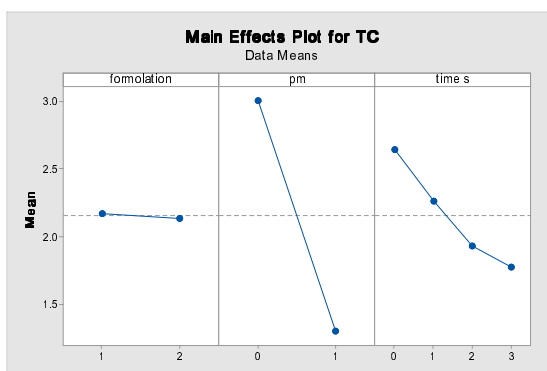
۱-۳-۴- شمارش کلی باکتریها (TBC)



نمودار ۴-۱۰) تغییرات شاخص TBC در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی میکروبی نمونه ها، دو عامل نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر شمارش کلی باکتریها داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=53/329$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل نوع فرآوری و زمان ($F=16/8$) داشته است.

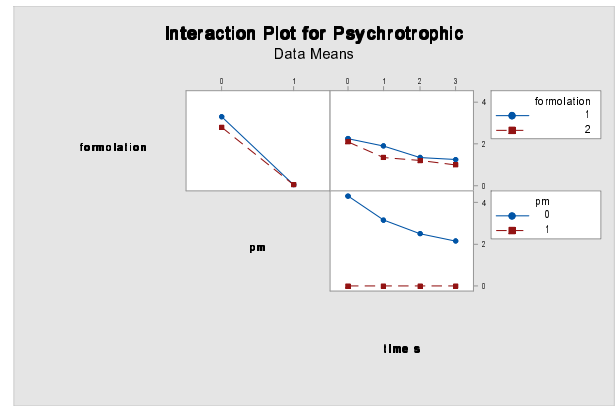
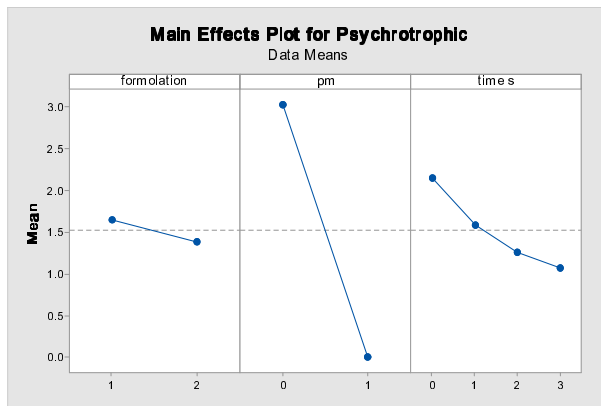
۲-۳-۴- شمارش کلیفرمها (TC)



نمودار ۴-۱۱) تغییرات شاخص TC در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی میکروبی نمونه ها، دو عامل نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر شمارش کلی کلیفرمها داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=43/624$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل نوع فرآوری و زمان ($F=87/4$) داشته است.

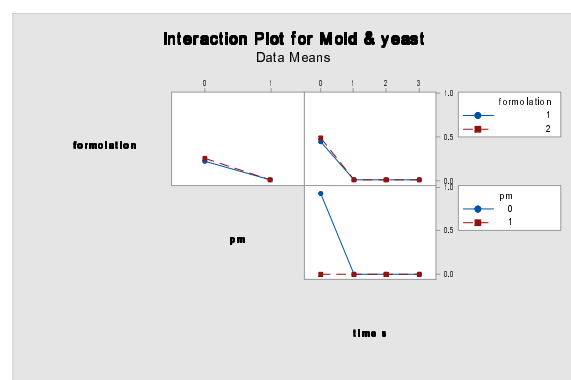
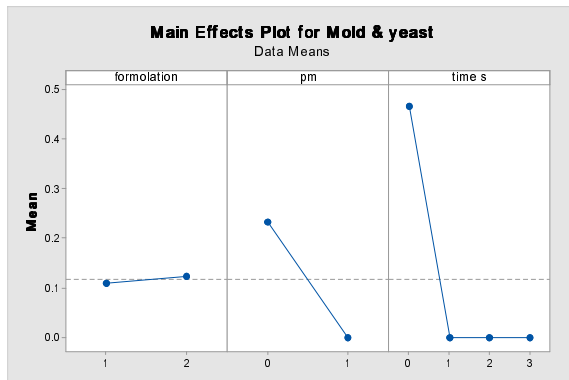
۳-۳-۴- شمارش باکتریهای سرمادوست



نمودار ۴-۱۲) تغییرات باکتریهای سرمادوست در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی میکروبی نمونه ها، هر سه عامل لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر شمارش باکتریهای سرمادوست داشت است ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=93/802$) و کمترین تاثیر را لعاب و اثر متقابل لعاب و فرآوری ($F=91/5$) داشته است.

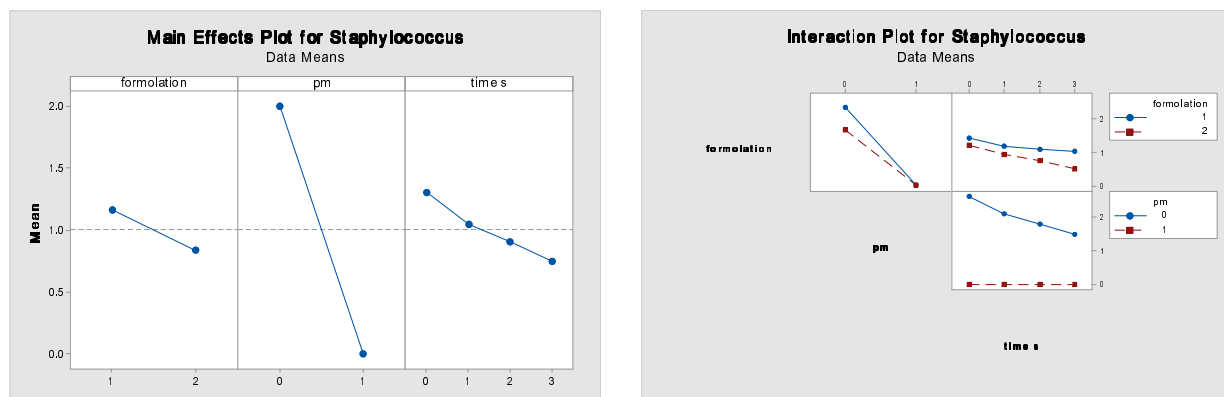
۴-۳-۴- شمارش کپک و مخمر



نمودار ۴-۱۳) تغییرات شاخص کپک و مخمر در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی میکروبی نمونه ها، دو عامل نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر شمارش کپک و مخمر داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که تاثیر هر سه عامل یکسان بوده است ($F=19/69$).

۵-۳-۴- شمارش باکتری های استافیلوکوک



نمودار ۴-۱۴) تغییرات باکتریهای استافیلوکوک در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی میکروبی نمونه ها، هر سه عامل لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر شمارش کپک و مخمر داشت ($P \leq 0.05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری و فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0.05$). که در این بین بیشترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=72/1186$) و کمترین تاثیر را زمان و اثر متقابل فرآوری و زمان ($F=56/16$) داشته است.

۴-۴- ارزیابی حسی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی مراحل فرآوری در زمان تولید و طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

جدول (۴-۴): تغییرات F-values و P-values حاصل از آنالیز آماری ANOVA به روش General linear model

(GLM) برای بو، طعم و مزه، بافت، تردی و چسبندگی لعاب

Factors	بو		طعم و مزه		بافت		تردی		چسبندگی لعاب	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
X1	۳۱/۲۲	۰/۰۰۰	۳۱/۳۵	۰/۰۰۰	۸/۷۰	۰/۰۰۹	۸۸/۱۶	۰/۰۰۰	۴۹۶/۴۷	۰/۰۰۰
X2	۳/۴۳	۰/۰۸۲*	۱۷/۴۲	۰/۰۰۱	۱۴/۰۴	۰/۰۰۲	۷۴/۹۳	۰/۰۰۰	۳۳/۸۵	۰/۰۰۰
X3	۲۶۴/۸۱	۰/۰۰۰	۱۴۶/۱۰	۰/۰۰۰	۱۶۴/۳۱	۰/۰۰۰	۵۸/۷۶	۰/۰۰۰	۸۸/۳۳	۰/۰۰۰
X1*X2	۱/۵۴	۰/۲۳۳*	۰/۱۹	۰/۶۶۵*	۱/۱۸	۱/۲۹۳*	۲۶/۹۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰	۱/۰۰۰*
X1*X3	۰/۰۸	۰/۹۷۲*	۱/۱۸	۰/۳۴۹*	۱/۱۷	۰/۳۵۳*	۴/۰۷	۰/۰۲۵	۵/۵۱	۰/۰۰۹
X2*X3	۰/۷۰	۰/۵۶۵*	۰/۹۱	۰/۴۵۶*	۰/۱۳	۰/۹۳۹*	۱/۸۸	۰/۱۷۴*	۰/۵۹	۰/۶۳۳*
X1*X2*X3	۰/۵۶	۰/۶۵۰*	۰/۰۲	۰/۹۹۵*	۰/۷۲	۰/۵۵۷*	۴/۶۰	۰/۰۱۷	۰/۷۱	۰/۵۵۸*
R ²	۹۸/۱۲		۹۶/۸۶		۹۷/۰۳		۹۶/۱۳		۹۸/۰۸	

X1: نوع لعاب (معمولی و تمپورا)، X2: نوع فرآوری (خام و سرخ شده)، X3: زمان نگهداری، F: F-values و P: P-values، R²: ضریب تعیین

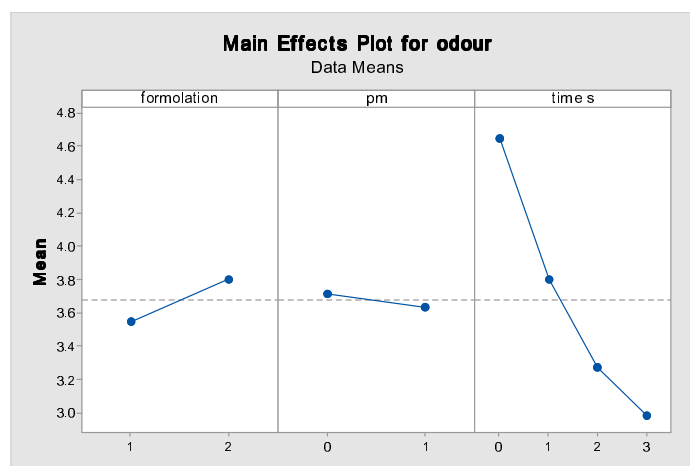
*: عدم اختلاف معنی دار ($P > 0.05$)

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه های تولید شده نشان داد هر ۴ تیمار در فاز صفر (زمان تولید) از نظر خواص ارگانولپتیک امتیاز بالایی را کسب نموده و با کسب امتیاز بالای ۴ امتیاز در محدوده خیلی خوب ارزیابی شده اند. همانطور که نتایج نشان می دهد که در بین صفات ارزیابی حسی کیلکای سوخاری تهیه شده با لعاب تمپورا و لعاب معمولی، همه شاخص های بو، طعم و مزه، بافت، تردی و چسبندگی لعاب در سطح ۹۵٪ بین تیمارها دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). همچنین در تمام صفات ارزیابی شده، کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا، امتیاز بیشتری نسبت به کیلکای سوخاری با لعاب معمولی را کسب نمود.

نگهداری کیلکای سوخاری در سردخانه ۱۸- درجه سیلسیوس نیز تغییرات قابل ملاحظه ای در خواص ارگانولپتیک آنها ایجاد کرد و باعث کاهش امتیاز در تمام صفات مورد مطالعه گردید. در کلیه صفات ارزیابی شده، کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا، در تمامی فازهای نمونه برداری امتیاز بیشتری نسبت به کیلکای سوخاری با لعاب معمولی را کسب نمود.

نتایج حاصله نشان داد که در بین صفات ارزیابی حسی کیلکای سوخاری تهیه شده با لعاب تمپورا و لعاب معمولی، در همه شاخص ها در سطح ۹۵٪ در اکثر ماه های نمونه برداری دارای اختلاف معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$).

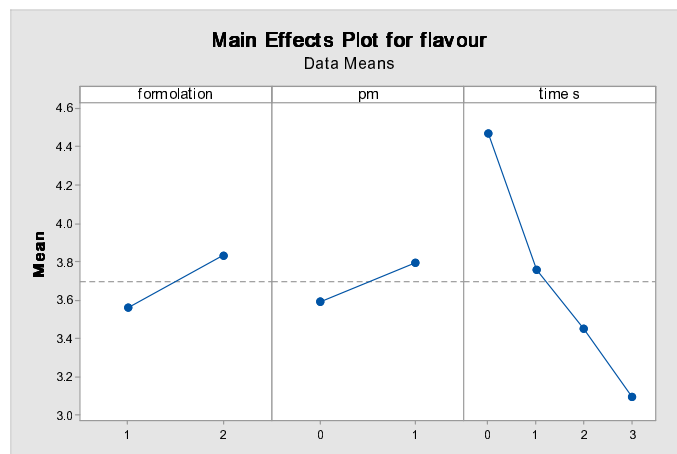
۱-۴-۴- ارزیابی شاخص بو



نمودار ۴-۱۵) تغییرات شاخص بو در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سیلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه ها، عامل نوع لعاب و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر فاکتور بو داشت ($P \leq 0/05$). که بیشترین تاثیر را زمان نگهداری ($F=81/264$) داشته است.

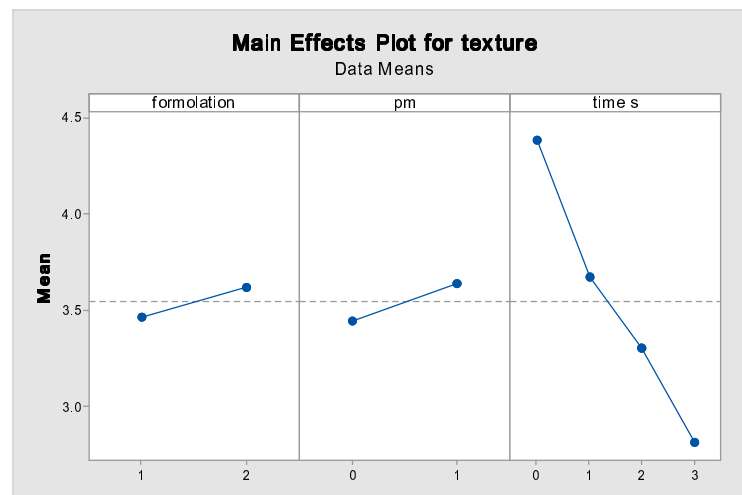
۲-۴-۴-ارزیابی شاخص طعم و مزه



نمودار ۴-۱۶) تغییرات شاخص طعم و مزه در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه ها، هر سه عامل نوع لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر فاکتور طعم و مزه داشت ($P \leq 0.05$). که بیشترین تاثیر را زمان نگهداری ($F=10/146$) و کمترین تاثیر را نوع فرآوری ($F=42/17$) داشته است.

۳-۴-۴-ارزیابی شاخص بافت



نمودار ۴-۱۷) تغییرات شاخص بافت در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه ها، هر سه عامل نوع لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر فاکتور بافت داشت ($P \leq 0/05$). که بیشترین تاثیر را زمان نگهداری ($F=31/164$) و کمترین تاثیر را نوع لعاب ($F=70/8$) داشته است.

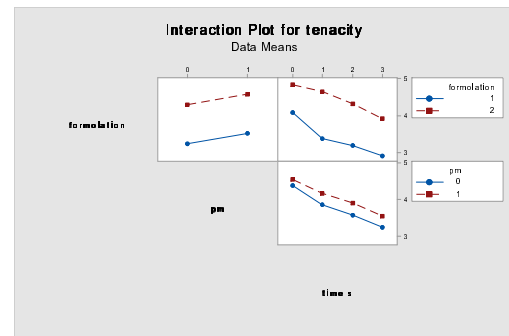
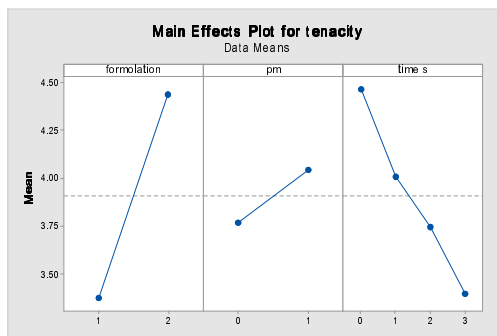
۴-۴-۴- ارزیابی شاخص تردی



نمودار ۴-۱۸) تغییرات شاخص تردی در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه ها، هر سه عامل نوع لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر فاکتور تردی داشت ($P \leq 0/05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری، لعاب و زمان همچنین لعاب، فرآوری و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). که بیشترین تاثیر را لعاب ($F=31/164$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب، فرآوری و زمان ($F=70/8$) داشته است.

۴-۴-۵- ارزیابی شاخص چسبندگی لعاب

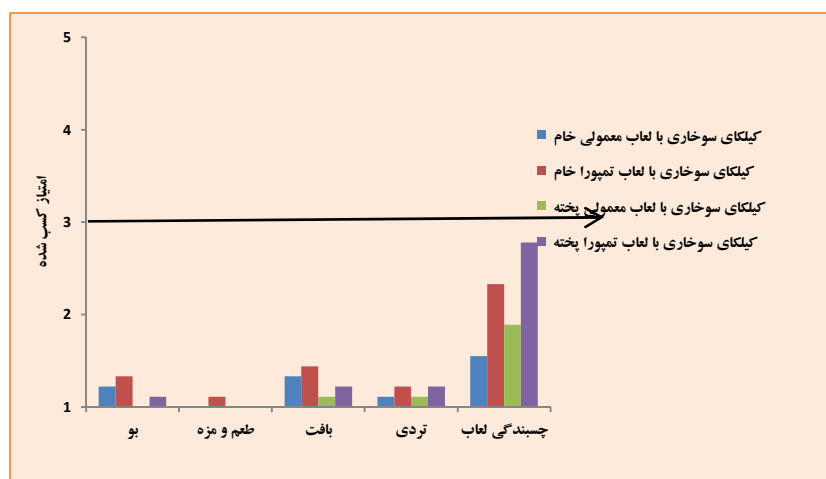


نمودار ۴-۱۹) تغییرات شاخص چسبندگی لعاب در ۴ تیمار طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی نمونه ها، هر سه عامل نوع لعاب، نوع فرآوری (خام و پخته) و زمان نگهداری تاثیر معنی داری بر فاکتور چسبندگی لعاب داشت ($P \leq 0/05$). تاثیر متقابل لعاب و فرآوری، لعاب و زمان نیز معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). که بیشترین تاثیر را لعاب ($F=47/496$) و کمترین تاثیر را اثر متقابل لعاب و زمان ($F=51/5$) داشته است.

۶-۴-۴- ارزیابی شاخص های کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در پایان ماه چهارم

نتایج حاصل از ارزیابی حسی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا بعد از گذشت ۴ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس در نمودار (۴-۱) آورده شده است.



نمودار (۴-۲۰) تغییرات شاخص های حسی در ۴ تیمار پس از ۴ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

با توجه باینکه چربی ماهی کیلکا بالا می باشد و اکسیداسیون چربی در آن سریع انجام می گیرد در پایان ماه چهارم بدلیل فساد شدید ایجاد شده در نمونه های تولیدی (نمودار ۳-۱)، ارزیابی حسی نمونه ها امکانپذیر نبوده است بنابراین هیچگونه ارزیابی کیفی (شیمیایی و میکروبی) روی نمونه ها در پایان ماه چهارم انجام نشد و با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی شیمیایی و ارزیابی حسی نمونه ها در پایان ماه سوم که همه شاخص های فساد در محدوده مجاز و همه فاکتورهای ارگانولپتیک در محدوده متوسط بوده اند مدت ماندگاری کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با هر دو لعاب معمولی و تمپورا طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس) ۳ ماه ارزیابی گردید.

۵- بحث

۵-۱- ارزیابی ترکیبات شیمیایی در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در زمان تولید

سرخ کردن به طور معنی داری بر محتوای چربی کل و رطوبت کیلکا سوخاری تاثیر داشت، به طوری که میزان رطوبت در کیلکاهای سوخاری سرخ شده نسبت به کیلکای سوخاری خام به طور معنی داری کاهش و میزان چربی در کیلکای سوخاری سرخ شده نسبت به کیلکای سوخاری خام به طور معنی داری افزایش یافت. در واقع در طی سرخ کردن، چربی از محیط سرخ کردنی به داخل محصول نفوذ می کند. یکی از مهمترین مکانیسمهای جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن مکانیسم جابجایی آب (Water replacement) می باشد. وقتی ماده غذایی در روغن داغ غوطه ور می شود در نتیجه افزایش دما در سطح، رطوبت موجود در سطح غذا به سرعت تبخیر می شود. سطح خارجی محصول خشک شده و پوسته ای تشکیل می شود. به تدریج، رطوبت داخلی محصول نیز تبدیل به بخار می شود و شیب مثبت فشار بخار ایجاد می گردد. بخار از بین منافذ فرار کرده و در عین حال باعث ایجاد کانالهای موئنه در سطح سلولها و غشاها می شود. با پیشرفت عملیات، روغن به سطح محصول چسبیده و از طریق منافذ و کانالهایی که در نتیجه تبخیر آب ایجاد شده است به داخل محصول نفوذ می کند (Dana and Saguy, 2006). در این مکانیسم بین کاهش رطوبت و جذب روغن در طی سرخ کردن ارتباط خطی و همبستگی شدید ($r = -0.80$) وجود دارد (Krokida et al, 2000). به عنوان مثال غذایی با رطوبت بیشتر، روغن بیشتری جذب میکند (Dana and Saguy, 2006; Mellama, 2003; Gamble et al, 1987).

از سوی دیگر Bouchon و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که جذب روغن و کاهش رطوبت یک پدیده هم زمان (Synchronous) نمی باشد. در تحقیق آنها مشخص شد که مقدار کمی از روغن در طول سرخ کردن و بیشترین مقدار روغن در انتهای عملیات جذب می شود. لذا این نتیجه حاصل شد که مکانیسم جابجایی آب به تنهایی نمی تواند به طور کامل جذب روغن در یک ماده غذایی را شرح دهد. چندین تحقیق دیگر نیز نشان می دهد که جذب روغن اساساً تحت مکانیسم دیگری به نام تأثیر فاز سرد (Cooling-phase effect) رخ می دهد (Moreira et al., 1997; Danna and Saguya, 2006). در طی سرخ کردن، بخار ایجاد شده در محصول فرار کرده و یک فشار زیادی در داخل منافذ و خلل و فرج موجود ایجاد میکند، لذا به جهت فشار زیاد داخل محصول، امکان نفوذ روغن از محیط بیرون وجود ندارد. اما چند دقیقه بعد از خارج شدن محصول از سرخ کن، غذای سرخ شده سرد شده و فشار بخار در پوسته برابر شده و فشار بخار داخلی از حالت فشار فزاینده (Over-pressure) به فشار کم (Under-pressure) تغییر می کند. (Mellema, 2003) بنابراین روغن چسبیده به سطح غذا به داخل منافذ نفوذ می کند و جذب غذا می شود. در محصولاتی که برای مدت کوتاه سرخ می شوند، جذب روغن را می توان با مکانیسم تأثیر فاز سرد شرح داد. اما با طولانی شدن زمان سرخ کردن، روغن عمدتاً قبل از خارج شدن از سرخ کن جذب ماده غذایی می شود (Mellema, 2003).

بنابراین افزایش چربی و کاهش رطوبت در کیلکای سوخاری سرخ شده نسبت به کیلکای سوخاری خام را می توان مربوط به مکانیسم های جابجایی رطوبت و تاثیر فاز سرما دانست.

نتایج مشابهی هم در مورد کاهش رطوبت و افزایش چربی در محصولات سوخاری شده ماهی توسط Taskaya و همکاران (۲۰۰۳)، Ihm و همکاران (۱۹۹۲)، Elyasi و همکاران (۲۰۱۰)، Mireranda و همکاران (۲۰۱۰)، Yazdan و همکاران (۲۰۰۹) و نیز Moradi و همکاران (۲۰۱۰) ارائه شده است.

در محتوای پروتئین بین کیلکای سوخاری با لعاب معمولی و تمپورا در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار مشاهده شد ($P \leq 0/05$)، به طوری که محتوای پروتئین در کیلکاهای سوخاری با لعاب تمپورا بالاتر از کیلکای سوخاری با لعاب معمولی بوده است. دلیل این امر را میتوان به ترکیبات پروتئینی در لعاب تمپورا نظیر گلو تن گندم، آلبومین سفیده تخم مرغ و پروتئین شیر خشک نسبت داد.

۲-۵- ارزیابی کیفی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده طی نگهداری به صورت منجمد در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

میزان رطوبت در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی زمان نگهداری در سردخانه کاهش یافت. کاهش نهایی محتوای رطوبت نمونه ماهیان نگهداری شده در شرایط انجماد به دلیل تأثیر آنزیمهای پروتئولیتیک بر پروتئینها و تبدیل آنها به اسیدهای آمینه آزاد و در نتیجه کاهش توانایی آنها در حفظ رطوبت مربوط است. کاهش رطوبت نمونه ها در دوره نگهداری، علاوه بر کاهش وزن (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰)، باعث افزایش تغییرات اکسیداسیونی و در نتیجه افت کیفی محصول می شود. همچنین بررسی نتایج مربوط به آزمایشهای پروتئین نشان داد که میانگین پروتئین در هر ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در سردخانه کاهش اندکی داشت، این اختلاف در کیلکای سوخاری سرخ شده با لعاب تمپورا در فازهای مختلف معنی دار نبوده و در بقیه تیمارها تنها در ماههای آخر نمونه برداری این اختلاف معنی دار بوده است ($P \leq 0/05$). دلیل این امر احتمالاً تأثیر آنزیمهای پروتئولیتیک می باشد (رضایی، ۱۳۸۲).

محتوای چربی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا، طی دوره نگهداری در سردخانه دارای تغییرات کاهشی بوده است. اندازه گیری چربی کل به عنوان شاخص کیفی فساد ماهیان منجمد در مطالعات بسیاری از محققین دیده شده است (Aubourg et al., 1999; Dragoev et al., 1998). در مطالعات زیادی نشان داده شده است که مقدار و کیفیت چربی و اسیدهای چرب، در زمان نگهداری ماهی در سردخانه و پس از انجماد، دچار تغییراتی می شود (Huss, 1994; Hedayatifard and Moin, 2003). چربی موجود در بافت فرآورده های شیلاتی، در اثر تماس با اکسیژن هوا یا عمل آنزیمهای لیپولیتیک دچار اکسایش یا تخریب می شود (Huss, 1994). نتایج مشابهی نیز در خصوص کاهش چربی در ماهیان مورد مطالعه از جمله کفال طلائی (*Liza auratus*) (رضایی

و همکاران)، کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) (رضایی و همکاران، ۱۳۸۲)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (El-Sebaïy et al., 1987) به دست آمده است.

کاهش نهایی مقادیر چربی کل در نمونه های اندازه گیری شده به دلیل تأثیر آنزیمهای مؤثر در فساد هیدرولیتیک چربی به خصوص لیپازهای مقاوم به سرما و تبدیل آن به اسیدهای چرب آزاد و اکسیداسیون چربی در حضور اکسیژن می باشد (Toymizu et al., 1981؛ رضایی، ۱۳۸۲؛ رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).

کاهش محتوای چربی و نیز افزایش شاخصهای اکسیداسیون و هیدرولیز چربی نظیر PV، TBARS و FFA در طی مدت زمان نگهداری کیلکای سوخاری در شرایط سردخانه مویید توسعه اکسیداسیون چربی در شرایط انجماد می باشد.

۳-۵- ارزیابی شاخصهای شیمیایی فساد در کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی مرحله فرآوری و نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)

پخت محصولات دریایی به شیوه های مختلف روی هیدرولیز و اکسیداسیون چربی تأثیرگذار می باشد. در خلال پخت، چربیها تحت تأثیر اکسیداسیون حرارتی قرار می گیرند که سریعتر از اکسیداسیون نمونه های خام می باشد (Fogerty et al, 1990) لذا تغییراتی در خواص مفید و عملگرای آن ایجاد می شود. این تغییرات در جریان سرخ کردن بیشتر مشهود است (زکی پور و بکر، ۱۳۹۰).

۱-۳-۵- مقادیر پراکسید (PV)

اندازه گیری پراکسید به منظور تعیین محصولات اولیه اکسیداسیون چربی (هیدروپراکسید) به کار می رود (Perez-Villarreal and Pozo; 1990) و تولید آن تغییری در ویژگیهای حسی ماهی ایجاد نمی کند، اما ممکن است منجر به ایجاد خطراتی برای مصرف کننده شود. Wanstedt و همکاران (۱۹۸۱) نشان دادند استفاده از ترکیبات هیدروکلوئیدی به طور موثری، اکسیداسیون چربی و ظهور طعم تندی در اثر تشکیل ترکیبات پراکسیدی را به تعویق می اندازد و از آنجا که در ترکیب لعاب تمپورا ترکیبات هیدروکلوئیدی نظیر نشاسته و پروتئین سویا استفاده شده است، شاخص پراکسید در تیمار با لعاب تمپورا پایینتر از تیمار با لعاب معمولی بوده است. افزایش مقدار پراکسید در نمونه های منجمد کیلکای سوخاری پس از یکماه نسبت به نمونه های تازه (فاز صفر) بیانگر توسعه تندی و فساد هنگام نگهداری به صورت منجمد می باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان پراکسید در هر ۴ تیمار کیلکای سوخاری تا پایان ماه سوم (فاز ۴) کمتر از حد مجاز (۵ میلی اکی والان گرم پراکسید در کیلوگرم چربی) بود. این مقدار تا پایان ماه اول صفر گزارش گردید و بالاترین مقدار پراکسید، به عنوان مرحله اولیه اکسیداسیون چربی مربوط به ماه سوم نگهداری در سردخانه است. نتایج حاصل نشان دهنده افزایش معنی دار پراکسید در دو ماه آخر نمونه برداری در هر ۴ تیمار است. به طور کلی

با افزایش مدت نگهداری در سردخانه فرآیند اکسیداسیون لیپید انجام شده و مقدار پراکسید افزایش یافته است. زمانیکه مقدار هیدروپراکسید عضلات ماهی کم شود، سرعت تشکیل این ترکیبات سریعتر از شکستگی آنها است. در چنین زمانی بر اساس مکانیزم یک مولکولی میزان پراکسید در عضلات ماهی شروع به بالا رفتن میکند (Vidya and Sriker, 1996). با گذشت زمان و افزایش غلظت هیدروپراکسیدها، بر اساس مکانیسم دومولکولی، این ترکیبات به سرعت شکسته می شوند. شایان ذکر است که در این مرحله سرعت تجزیه آنها سریعتر از سرعت تشکیل می باشد. به دنبال چنین مکانیسمی مقادیر هیدروپراکسید کاهش می یابد (Ben-Gigirey et al., 1999). مطالعات انجام شده نشان داد که مقدار پراکسید در ماهی ساردین در دمای ۱۸- در مدت زمان ۹ ماه نگهداری افزایش یافت و پس از ۶ ماه به علت تجزیه محصولات حاصل از اکسیداسیون دچار کاهش شد (Pacheco-Aguilar et al. 2002).

در مطالعه دیگری در طی نگهداری ماهی کیکای منجمد آنچوی در دو دمای ۱۸- و ۳۰- درجه سلیسیوس مقدار پراکسید افزایش یافت. در این مطالعه مقدار پراکسید تا ماه ششم نگهداری افزایش و پس از آن کاهش یافت. رضایی و همکاران دلایل چنین کاهشی را واکنشهای ثانویه اکسیداسیونی و تولید ترکیبات کربونیل و گازهای فرار دانستند (رضایی و همکاران، ۱۳۸۱).

در این تحقیق در دو ماه آخر نمونه برداری مقدار PV در نمونه های سرخ شده بالاتر از نمونه های خام بود. افزایش معنی داری در میزان پراکسید در نمونه های سرخ شده کیکای سوخاری نسبت به نمونه های خام بیانگر پیشرفت اکسیداسیون چربی در نمونه های سرخ شده می باشد.

۲-۳-۵- مقادیر تیوباربیتوریک اسید (TBARS)

مقدار TBARS به عنوان مرحله ثانویه اکسیداسیون چربی در طی مدت نگهداری به صورت منجمد در هر چهار تیمار کیکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا، افزایش یافت. این افزایش حاکی از توسعه فساد اکسیداسیونی چربی در کیکاهای سوخاری می باشد. نتایج مشابهی از افزایش TBARS در فیش فینگرهای تولید شده از شیشه ماهی (*Athrina boyeri*) و فیش فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده شسته شده و شسته نشده ماهی کپور طی دوره نگهداری به صورت منجمد گزارش شده است (Tokur et al., 2006, Izci et al., 2011). اما در این تحقیق مقدار TBARS بالاتر از مقادیر TBARS در فیش فینگرهای تولید شده از شیشه ماهی و ماهی کپور بوده است که دلیل این امر را می توان تفاوت در نوع ماهی و قرار گرفتن ماهی کیکای در رده ماهیان با چربی متوسط دانست. لذا به جهت چربی بالاتر در ماهی کیکای به ویژه اسیدهای چرب غیر اشباع محصولات تولید شده بسیار مستعد اکسیداسیون چربی در طی مدت نگهداری به صورت منجمد می باشند.

Tokur و همکاران اعلام کردند که هموگلوبین در pH بین ۶ تا ۷ فعالیت پرواکسیدانی (Pro-oxidant) شدیدی در برخی از گونه ها نشان می دهد (Tokur et al., 2006). روند افزایشی این شاخص نیز در طول مدت نگهداری

ممکن است به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدانها در عضله باشد. آلدئیدها به عنوان محصولات ثانویه اکسیداسیون از تجزیه هیدروپراکسیدها ایجاد می شود. روند افزایشی هیدروپراکسیدها نیز می تواند دلیلی بر افزایش TBARS باشد (پزشک و همکاران، ۱۳۹۰). وجود ترکیب آلدئیدی در گوشت ماهی سبب تغییراتی در ویژگیهای حسی آن از جمله طعم و بو می شود (Ladikos and Lougovois, 1990). اگر چه در این مطالعه میزان TBARS با افزایش زمان نگهداری در سردخانه افزایش نشان داد ولی ممکن است به دلیل واکنش مالون آلدئید با آمینها، فسفولیپیدها، پروتئین ها و سایر آلدئیدهایی که محصول نهایی اکسیداسیون چربی هستند مقدار TBARS کمتر از مقدار واقعی مشاهده شود. در کلیه ماههای نمونه برداری مقدار TBARS در نمونه های سرخ شده بالاتر از نمونه های خام بود که نشانگر افزایش تولید محصولات ثانویه اکسیداسیونی در نمونه های سرخ شده می باشد. نتایج مشابهی از افزایش TBARS در خلال فرآیند سرخ کردن گزارش شده است (زکی پور، ۱۳۹۰).

۳-۳-۵- مقادیر اسیدهای چرب آزاد (FFA)

میزان اسیدهای چرب آزاد، در کیلکاهای سوخاری سرخ شده نسبت به کیلکاهای سوخاری خام کمتر بود. در پدیده هیدرولیز، تری گلیسرید به اسید چرب آزاد و گلیسرول تجزیه می گردد. افزایش اسید چرب آزاد در کیلکای سوخاری خام ناشی از تاثیر لپازهای داخلی و میکروبی است ولی در محصولات سوخاری پخته (سرخ شده) پس از غیر فعال سازی آنزیم و میکروبها طی فرآیند سرخ کردن، حرارت خود به شکل مکانیکی موجب تخریب ساختار چربی و تولید اسیدهای چرب آزاد شده است. زکی پور و بکر (۱۳۹۰) تاثیر چهار شیوه طبخ روی اکسیداسیون چربی و ترکیب اسیدهای چرب ماهی شیر را بررسی نمودند. در این تحقیق مشخص شد که در نمونه های بخارپز و سرخ شده میزان اسیدهای چرب نسبت به نمونه خام به طور معنی داری کاهش می یابد. از دست رفتن اسیدهای چرب آزاد فرار در خلال حرارت دهی در دماهای بالا و همچنین غیر فعال شدن آنزیمها می تواند دلیل کاهش اسیدهای چرب آزاد باشد (Chantachum et al, 2000). در عوض شکستن مولکولهای سنگین نظیر فسفولیپیدها و تری گلیسریدها، عامل ایجاد اسیدهای چرب جدید و افزایش میزان آن در برخی شیوه های پخت عنوان شده است (Chantachum et al., 2000; Al-Saghir et al., 2004).

در این تحقیق فساد هیدرولیتیکی چربی در نمونه های کیلکای سوخاری خام و پخته با لعاب معمولی و تمپورا با افزایش اسیدهای چرب آزاد در طی مدت نگهداری به صورت منجمد مشاهده شده است. آنزیمهای هیدرولیز کننده چربی با تاثیر بر چربی، تغییرات عمده ای را پس از مرگ ماهیان رقم زده و میزان اسیدهای چرب آزاد را در آنها افزایش میدهند (Shewfelt, 1981) بنابراین اندازه گیری FFA شاخص خوبی برای بیان تاثیر آنزیمهای

لیپولیتیک بر چربی ماهی و فرآورده های گوشتی دیگر است (Aubourg et al., 2002; Dragoev et al., 1998). اگر چه گزارشهای موجود FFA را به عنوان عامل مستقیم افت کیفیت بیان نکرده اند، اما افزایش مقادیر آن باعث افزایش اکسیداسیون چربی، پیشرفت طعم نامطلوب (off-flavor)، ایجاد تغییرات بافتی بر اثر دنا توره شدن پروتئین و در نهایت کاهش کیفیت محصول میشود (رضایی، ۱۳۸۲).

آنزیمها به طور معمول در دماهای پایین خیلی فعال نیستند، اما برخی از آنها هنگام انجماد نیز فعالیت دارند (رضایی، ۱۳۸۱). در مطالعه حاضر اگر چه انجماد نتوانست فساد هیدرولیتیکی (آنزیمی) چربی را در محصولات سوخاری مذکور متوقف کند، اما کم بودن مقادیر FFA اندازه گیری شده بیانگر اثر حفاظتی انجماد در تولید FFA و کاهش فعالیتهای آنزیمی در نتیجه فرآیند پخت و انجماد در محصولات مذکور می باشد.

۴-۳-۵- مقادیر مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N)

مجموع بازهای فرار نیتروژنی (TVB-N) از آمونیاک و آمینهای فرار تشکیل شده است که به عنوان یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب میشود (Yilmaz et al., 2009). افزایش میزان TVB-N در طول نگهداری به صورت منجمد را می توان با فعالیتهای باکتری های عامل فساد و آنزیم های درونی مرتبط دانست (Yilmaz et al., 2009). میزان TVB-N در طول دوره نگهداری در هر دو تیمار کیلکای سوخاری خام و پخته افزایش یافت. پزشک و همکاران (۱۳۹۰) افزایش میزان TVB-N در طی دوره نگهداری را با فعالیتهای باکتریهای مولد فساد و آنزیمهای درونی مرتبط دانستند و از آنجا که TVB-N به طور عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می شود، افزایش بار باکتریایی ماهی در طول دوره دلیلی برای افزایش TVB-N خواهد بود. طبق گزارشات موجود میزان ۲۵ میلیگرم TVB-N در ۱۰۰ گرم گوشت بالاترین سطح مورد قبول برای TVB-N است (Arashisara et al., 2004; Gimenez et al., 2002).

اما استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۵۸ بیشترین میزان TVB-N را برای فیش فینگرهای نیمه پخته با پوشش ۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم فرآورده اعلام کرده است، لذا با توجه به اینکه در پایان ماه سوم میزان TVB-N در کیلکای سوخاری با لعاب ساده و تمپورا به ترتیب ۱۹/۷۴ و ۱۹/۹۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت رسید، لذا اندیس TVB-N را می توان به عنوان عامل اصلی زمان ماندگاری مورد نظر قرار داد از نظر شاخص TVB-N حداکثر زمان ماندگاری برای کیلکاهای سوخاری نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سلسیوس سه ماه می باشد.

۵-۳-۵- pH مقادیر

میزان pH به عنوان یک فاکتور مطمئن جهت اندازه گیری فساد پیشنهاد نمی شود و فقط به عنوان راهنما و ابزار کمکی جهت تعیین کیفیت ماهی و محصولات آن استفاده می شود (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۱).

این فاکتور تحت تأثیر سایر فاکتورهای شیمیایی، حسی و میکروبی قرار دارد (Ersoy *et al.*, 2008). طبق آنالیزهای آماری میزان pH در کیلکای سوخاری خام و پخته با لعاب معمولی و تمپورا طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه روند کاهشی داشت. در ماههای مختلف نمونه برداری در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار در میزان pH مشاهده شده است ($P \leq 0.05$).

روند کاهشی pH ممکن است در نتیجه کاهش و یا توقف رشد میکروبی در محصول باشد (Widayka *et al.*, 2001).

در تحقیقاتی که بر روی برگر ماهی قزل آلا در شرایط نگهداری سرد انجام گرفت نیز کاهش مقدار pH از ۶/۵ به ۵/۶ مشاهده شد. آنها دلیل این کاهش pH را به تخمیر ذرات سیب زمینی و نان موجود در برگر ماهی نسبت دادند (متین و همکاران، ۲۰۰۱). در پروژه دیگری که توسط دقیق روحی در سال ۱۳۸۷ در بررسی تأثیر مواد نگهدارنده بر عمر ماندگاری برگر ماهی فیتوفاگ صورت گرفت گزارش گردید که میزان pH در برگرهای نیمه سرخ شده روکش دار در طول ۱۲ ماه نگهداری در سردخانه کاهشی بوده است که از این نظر با نتایج ما مطابقت داشته است. وی منطقی ترین توجیه برای این کاهش را تشکیل اسید لاکتیک از گلیکوزن در عضلات ماهیان استفاده شده در برگرها، پس از صید در نظر گرفت.

۴-۵- ارزیابی شاخصهای میکروبی در کیلکای سوخاری خام و پخته طی مراحل تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

در کیلکای سوخاری سرخ شده در مقایسه با کیلکای سوخاری خام، تعداد کل باکتریها کاهش یافت. اثر حرارت در طی فرآیند سرخ کردن سبب از بین رفتن میکروارگانیسمهای موجود در کیلکای سوخاری، شده است. کاهش تعداد باکتری کل در فیش فینگر سرخ شده نسبت به فیش فینگر خام بعد از سرخ شدن سریع در دمای ۱۸۰- ۱۷۰ درجه سلسیوس در مطالعات متعددی مشاهده شده است (Izci *et al.*, 2011; Tokur *et al.*, 2006; Elyasi *et al.*, 2010; Cakli *et al.*, 2005). از آن جا که تا کنون سازمان استاندارد ملی ایران برای محصولات سوخاری استاندارد ارائه نکرده، لذا میزان کل باکتری کیلکای سوخاری سرخ شده با استاندارد ICMSF مقایسه شده است. طبق استاندارد ارائه شده توسط این کمیته، در ماهی نانی پیش پخت شده (Pre cooked breaded fish) حداکثر توصیه شده تعداد کل باکتری در هر گرم برای محصولات با کیفیت بالا 5×10^5 و نیز حداکثر توصیه شده تعداد کل باکتری برای این دسته از محصولات با کیفیت قابل قبول، 10^7 می باشد. لذا با توجه باینکه تعداد باکتری کل در کیلکای سوخاری سرخ شده از 10^3 نیز کمتر است، هر دو نوع کیلکای سوخاری تولید شده از نظر بهداشتی دارای کیفیت بسیار بالا می باشند.

میزان کلیفرم در طی مرحله سرخ کردن کیلکای سوخاری همانند شمارش کلی باکتری روند کاهشی داشت. کاهش TC در فیش فینگر سرخ شده نسبت به فیش فینگر خام بعد از سرخ شدن در مطالعات زیادی گزارش شده است (Izci et al, 2011; Elyasi et al, 2010; Cakli et al, 2005).

سازمان استاندارد ملی ایران (شماره ۱۱۱۶۶، ۱۳۸۷) میزان مجاز کلیفرم مدفوعی را در محصولات تهیه شده از ماهی نظیر فیش برگر نیمه پخته را 10^2 cfu/gr اعلام کرده است و نیز طبق استاندارد ارائه شده توسط ICMSF، در ماهی نانی پیش پخت شده حداکثر توصیه شده تعداد کلیفرم مدفوعی در هر گرم برای محصولات با کیفیت بالا، ۱۱ و نیز حداکثر توصیه شده آن برای این دسته از محصولات با پایین ترین کیفیت 5×10^2 می باشد. لذا با توجه به جدول، مناسب بودن کیلکاهای سوخاری خام و پخته با دو نوع لعاب معمولی و تمپورا از نظر بهداشتی تأیید می شود. همچنین با مقایسه TC و TBC کیلکاهای سوخاری مشخص شد که کیلکای سوخاری تهیه شده با لعاب تمپورا در وضعیت بهداشتی بسیار مناسبتری قرار گرفته است. در تیمارهای سرخ شده، کپک و مخمر، باکتریهای سرمادوست و استاف مشاهده نشد. حرارت در طی فرآیند سرخ کردن سبب حذف کپک و مخمر، باکتریهای سرمادوست و استاف شده است. همچنین حذف کپک و مخمر باکتریهای سرمادوست و استاف در فیش فینگرهای تهیه شده از *Atheria boyeri* بعد از سرخ شدن سریع در دمای 180° درجه سلسیوس در مطالعه IZCI و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است.

شمارش کلی باکتریها و شمارش کلی کلیفرم در کیلکای سوخاری خام و پخته با لعاب معمولی و تمپورا طی نگهداری در دمای 18° - درجه سلسیوس کاهش یافت. در همه تیمارهای طی نگهداری در سردخانه کپک و مخمر شمارش نشد. باکتریهای استافیلوکوکوس کوآگولاز مثبت و باکتریهای سرمادوست در کیلکاهای سوخاری پخته طی نگهداری در دمای انجماد شمارش نشد و در کیلکاهای سوخاری خام کاهش یافت. شمارش کلی میکروبی فرآورده های تولیدی در تمام فازهای نمونه برداری کمتر از حد مجاز گزارش شده توسط استاندارد ICMSF بود.

حد مجاز تایید شده ای برای باکتریهای سرمادوست در منابع مختلف داده نشده است و شمارش آنها تنها به این دلیل انجام می شود که این باکتریها در شرایط نگهداری در دماهای پایین نیز رشد می کنند. تعداد باکتریهای سرمادوست طبق مطالعه Pons-sanchez و همکاران (۲۰۰۶) حدود 10^4 cfu/gr در نظر گرفته شد. در کیلکاهای سوخاری خام در تمام فازهای نگهداری در سردخانه تعداد باکتریهای سرما دوست پایین تر از میزان ذکر شده بوده است.

در هر ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در سردخانه، کپک و مخمر مشاهده نشد. حذف کپک و مخمر در فیش فینگرهای تهیه شده از *Atheria boyeri* طی نگهداری در سردخانه در مطالعه IZCI و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است.

مقایسه شاخص های میکروبی در کیلکاهای سوخاری پخته در جداول ۳-۱۱ و ۳-۱۲ گزارش شده است. نتایج نشان داد که بیشترین اثر کاهش میکروبی در کیلکاهای سوخاری در همان فاز صفر یعنی بعد از سرخ کردن عمیق و انجماد به صورت پیوسته در دمای ۴۰- درجه سلسیوس مشاهده شد. این اثر میتواند به علت وقوع پدیده شوک حرارتی بالا و در پی آن شوک سرمایی در نتیجه انجماد پیوسته باشد.

۵-۵ - ارزیابی خصوصیات ازگانولپتیک در کیلکای سوخاری خام و پخته طی مراحل فرآوری و نگهداری به صورت منجمد

نتایج حاصله نشان داد که در بین صفات ارزیابی حسی کیلکای سوخاری تهیه شده با لعاب تمپورا و لعاب معمولی، همه شاخصهای بو، طعم و مزه، بافت، تردی و چسبندگی لعاب در سطح ۹۵٪ بین دو تیمار اختلاف معنی دار داشت ($P \leq 0/05$). در تمام صفات ارزیابی شده، کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا، امتیاز بیشتری نسبت به کیلکای سوخاری با لعاب معمولی کسب نمود.

در ارزیابی صفت چسبندگی، چسبندگی حاصل شده در نتیجه کاربرد لعاب تمپورا اختلاف معنی داری با چسبندگی حاصل شده از لعاب معمولی داشت و از نظر امتیاز در رتبه بالاتری قرار گرفت ($P \leq 0/05$). اجزا اصلی موجود در ترکیب لعاب تمپورا نظیر صمغ ها و پلی ساکاریدها (آرد گندم، آرد ذرت و نشاسته) می توانند چسبندگی لعاب را افزایش دهند (Sanz et al., 2004; Venugopal, 2006). از سوی دیگر اجزا پروتئینی لعاب (پودر شیر و آلبومین تخم مرغ) می توانند از طریق افزایش ظرفیت جذب آب توسط آرد باعث افزایش غلظت لعاب شوند (Venugopal, 2006) لذا با افزایش غلظت در لعاب تمپورا، قدرت چسبندگی لعاب افزایش می یابد و پوشش سوخاری به سطح محصول بهتر می چسبد، به طوری که یک لایه همگن و بدون فضای خالی بر سطح ماده غذایی پدیدار می شود. این لایه بعد از سرخ کردن تثبیت شده و ظاهر جذابتر به آن میدهد. اما لعاب ساده (لعاب رایج در مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان) در واقع ترکیبی از آرد و آب می باشد که غلظت پایینتر و در نتیجه چسبندگی ضعیفتری نسبت به لعاب تمپورا دارد. چسبندگی لعاب با افزودن کربوهیدراتهایی نظیر صمغ ها یا با کاربرد فیلم هایی نظیر متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به جهت ویژگی ژله ای شدن آنها در اثر حرارت افزایش می یابد (Kuntz, 1997).

در ارزیابی صفت بافت امتیاز ارزیابی بافت کیلکای سوخاری تهیه شده از لعاب تمپورا بیشتر بوده است. در ترکیب لعاب تمپورا در کنار ترکیبات مهمی نظیر آرد گندم، آرد سویا و آرد ذرت، وجود بکینگ پودر، اسیدتارتاریک و بیکربنات سدیم باعث بهبود بافت محصول می شوند (Fizman, 2008; Venugopal, 2006). در لعاب تمپورا پروتئین موجود در گلو تن گندم باعث به دام افتادن گازهای دی اکسید کربنی می شود که در طی عمل ورآمدن لعاب حاصل شده اند (Loewe, 1993). Dogan. (2005) تأثیر افزودن آرد سویا و آرد برنج را برخواص رئولوژیکی لعاب و نیز بر خصوصیات ناگتهای مرغ سرخ شده بررسی کردند و به این نتیجه

رسیدند که افزودن ۵/۸٪ آرد سویا و ۵٪ آرد برنج به فرمول لعاب باعث کاهش جذب روغن در ناگتهای مرغ سرخ شده می شود. همچنین آرد سویا یک ترکیب موثر در ایجاد تردی و رنگ مناسب در ناگتهای مرغ سرخ شده می باشد (Dogan et al, 2005). پروتئین موجود در شیر چه به صورت مایع و چه به صورت پودری باعث بهبود بافت محصول شده و باعث کاهش شدت رنگ ناشی از واکنش قهوه ای شدن غیرآنزیمی می گردد (Loewe, 1993). پروتئین موجود در آرد برنج و آرد ذرت نمی توانند باعث بهبود ویسکوزیته لعاب شوند و یا ساختاری را که بتواند گازهای موجود در لعاب را به دام بیندازد را به خوبی پروتئین موجود در آرد گندم تأمین کند (Fizman, 2008) لذا استفاده از چند نوع ترکیب آردی مختلف می تواند در بهبود خصوصیات ارگانولپتیک موثر باشد.

در ارزیابی صفت تردی بین تیمارهای مورد مطالعه تحت تاثیر همه فاکتورها در سطح ۹۵٪ اختلاف معنی دار مشاهده شد ($P \leq 0.05$). عوامل تردی شامل موادی غیرمحلول در آب می باشند که قابلیت انتقال حرارتی بالا و پایداری مناسب را دارا هستند. این مواد بستری برای اتصال ذرات معلق موجود در لعاب فراهم کرده و با چسبیدن ذرات به یکدیگر، تردی محصول را افزایش می دهند (Chen et al, 2008). آرد برنج باعث افزایش تردی و نیز افزایش مقدار جذب روغن می گردد. آرد ذرت رنگ زرد طبیعی را در لعاب فراهم می کند. همچنین از طریق کاهش مقدار رطوبت در روکش، تردی محصولات لعاب دهی شده و سوخاری را افزایش می دهد (Xue and Ngadi, 2006) در طی حرارت دهی، ساختار کریستالی دانه های نشاسته باز می شود و شروع به جذب آب و متورم شدن می نمایند. در اثر متورم شدن، دانه های نشاسته فیلمی را تولید می کنند که مانند یک سد از نفوذ روغن به درون ماده غذایی جلوگیری کرده و مانع کاهش رطوبت ماده غذایی می شود.

ژلاتینه شدن و تشکیل فیلم توسط نشاسته نقش مهمی در ایجاد بافت ترد به عهده دارند (Xue and Ngadi, 2006) گلوتن موجود در آردها یک ماده پروتئینی و الاستیک می باشد که همانند یک تور، حبابهای هوای درون لعاب را به دام انداخته و آنها را حفظ می کند. گلوتن به منظور افزایش چسبندگی و تردی در ترکیب لعاب کاربرد دارد. با توجه به کیفیت و کمیت گلوتن مورد استفاده و میزان آب در دسترس، بافت محصول تحت تأثیر قرار گرفته، سفت یا نرم میشود (Chen et al., 2008) پروتئین موجود در تخم مرغ و شیر در ساختار لعاب عملکردهای مختلفی دارند. افزودن آلبومین (سفیده تخم مرغ) به فرمول لعاب تردی و رنگ محصول سرخ شده را بهبود می بخشد (Loewe, 1993). بر اساس مطالعات Mohamed و همکاران در سال ۱۹۹۸ از بین پروتئینهای مختلف نظیر زرده تخم مرغ، گلوتن، شیر کم چرب، آب پنیر و اواآلبومین (سفیده تخم مرغ)، اواآلبومین توانایی کاهش جذب روغن و بهبود تردی ساختار لعاب را دارد (Mohamed et al, 1998).

کیلکای سوخاری تهیه شده با دو لعاب معمولی و تمپورا از نظر طعم و مزه در سطح ۹۵٪ با هم اختلاف معنی داری داشتند، به طوری که کیلکای سوخاری تهیه شده از لعاب تمپورا امتیاز بالاتری را کسب نمود.

محصولات لعابدار باعث ایجاد طعم، بافت و ظاهر بهتر ماده غذایی میشوند و به عنوان سدی از کاهش رطوبت و عصاره طبیعی غذا در مقابل تأثیر انجماد یا گرم کردن مجدد محصول نهایی حفاظت می کنند، لذا باعث آبدار شدن داخل محصول و در عین حال ترد بودن پوسته خارجی آن می شوند (Fizman and Salvador, 2003). در این تحقیق برتری کیلکای سوخاری تهیه شده از لعاب تمپورا می تواند به جهت ظاهر جذابتر محصول به واسطه چسبندگی بیشتر پودر سوخاری بر سطح آن، تشکیل یک لایه ترد، یکنواخت و پیوسته بر سطح ماهی، ایجاد یک بافت سبکتر و حجیمتر در نتیجه آزاد شدن دی اکسید کربن به جهت استفاده از بکینگ پودر در ترکیب لعاب و آبدار بودن بخش داخلی محصول باشد.

ارزیابی حسی به عنوان یکی از شاخصهای سنجش کیفیت ماهیان طی دوره نگهداری استفاده می شود. علیرغم تلاشهای زیادی که برای توسعه استانداردهای آزمایشگاهی برای ماهی انجام گرفته است، هنوز بهترین روش ارزیابی درجه تازگی، آزمایشهای ارگانولپتیک است. ارزیابی شاخصهای ارگانولپتیک در کنار آزمایشهای شیمیایی و میکروبی (به عنوان روشی مکمل) برای تعیین میزان فساد و عمر ماندگاری ماهی و محصولات آن لازم و ضروری است.

انجماد مهمترین روش نگهداری محصولات دریایی می باشد (Vidya Sager Reddy and Sriker, 1996). با این وجود ادامه فرآیندهای اکسیداسیونی و هیدرولیز چربی ماهی ها باعث بروز تغییرات ناخواسته ای در دوره انجماد و در نتیجه کاهش کیفیت محصول می شود (Aubourg and Medina, 1999). نگهداری کیلکای سوخاری در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس تغییرات قابل ملاحظه ای در خواص ارگانولپتیک آنها ایجاد کرد و باعث کاهش امتیاز در تمام صفات مورد مطالعه گردید.

با توجه به چربی بالای ماهی کیلکا و اکسیداسیون سریع چربی در آن، در پایان ماه چهارم بدلیل فساد شدید ایجاد شده در نمونه های تولیدی، ارزیابی حسی نمونه ها امکانپذیر نبوده است بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی شیمیایی و ارزیابی های حسی نمونه ها در پایان ماه سوم که همه شاخص های فساد در محدوده مجاز و همه فاکتورهای ارگانولپتیک در محدوده متوسط بوده اند، مدت ماندگاری کیلکای سوخاری خام و پخته با لعاب معمولی و تمپورا طی نگهداری در دمای انجماد ۳ ماه ارزیابی گردید.

۶- نتیجه گیری نهایی

استفاده از لعاب تمپورا باعث افزایش پروتئین کیلکای سوخاری شد بطوریکه پروتئین کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا نسبت به کیلکای سوخاری با لعاب معمولی افزایش معنی داری را نشان داد ($P \leq 0/05$) و محتوای چربی در کیلکای سوخاری سرخ شده با لعاب تمپورا پایینتر از چربی کیلکای سوخاری با لعاب معمولی بوده است. افزایش معنی داری در میزان پراکسید، تیوباریتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد در نمونه های سرخ شده کیلکای سوخاری نسبت به نمونه های خام مشاهده شد که این امر بیانگر اکسیداسیون چربی در خلال فرآیند پخت است. افزایش معنی دار شاخصهای فساد مانند پراکسید، تیوباریتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد و اندیس TVB-N در دوره نگهداری حاکی از فعالیت مکانیسم اکسیداسیونی و آنزیمی در هنگام نگهداری کیلکای سوخاری در سردخانه می باشد. البته تمام شاخص ها تا پایان ماه سوم کمتر یا در محدوده قابل قبول پیشنهادی بوده است.

استفاده از لعاب تمپورا در این تحقیق باعث ارتقاء کیفیت محصول از لحاظ تمام صفات ارگانولپتیک در هر ۴ تیمار کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا شده است. نتایج حاصل از ارزیابی ارگانولپتیک نشان داد که بطور کل روکش دار نمودن کیلکا باعث افزایش پروتئین محصول شده است و همه شاخصهای بو، طعم و مزه، بافت، تردی و چسبندگی لعاب در سطح ۹۵٪ بین دو تیمار اختلاف معنی دار نشان داده است ($P \leq 0/05$). در تمام صفات ارزیابی شده، کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا، امتیاز بیشتری نسبت به کیلکای سوخاری با لعاب معمولی کسب نمود.

لذا با توجه به پیشرفت فساد اکسیداسیونی در کیلکاهای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا در پایان ماه چهارم و غیرقابل قبول شدن نمونه ها از لحاظ ارزیابی حسی مدت ماندگاری کیلکاهای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس) از حیث شیمیایی، میکروبی و حسی، ۳ ماه ارزیابی گردید.

پیشنهاها

- بدلیل فساد اکسیداسیونی شدید کیلکا ماهیان آنالیزهای کیفی نمونه ها در فواصل ۱۰ یا ۱۵ روزه انجام شود.
- از عصاره و آنتی اکسیدانهای طبیعی با دوزهای مختلف در ترکیب لعاب به منظور کاهش واکنشهای اکسیداتیو در محصولات سوخاری استفاده شود.
- تأثیر ترکیبات هیدروکلوئیدی مختلف نظیر متیل سلولز، آلژینات، کازئینات و ... جهت کاهش جذب روغن در پروسه تولید محصولات سوخاری مورد بررسی قرار گیرد.
- از روشهای مختلف بسته بندی نظیر بسته بندی در خلأ و MAP برای افزایش عمر ماندگاری محصولات سوخاری استفاده شود.
- روش روکش کردن با لعاب تمپورا برای سایر ماهیان به خصوص برخی ماهیان کم ارزش جنوب کشور مورد استفاده قرار گیرد.

ارزیابی اقتصادی

جدول ۸-۱) قیمت تمام شده برای یک کیلو گرم کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا

ردیف	نام کالا	مقدار (گرم)	قیمت (ریال)
۱	کیلکا	۱۰۰۰	۱۸۰۰۰
۲	لعاب تمپورا (۱۵۰ گرم)	آرد گندم	۲۴
۳		نشاسته	۴/۵
۴		آرد ذرت	۷/۵
۵		آرد سویا	۷/۵
۶		پودر سفیده تخم مرغ	۱۰/۵
۷		پودر شیر	۴/۵
۸		بکینگ پودر	۳
۹		آبلیمو	۰/۴۵
۱۰		نمک	۰/۶
۱۱		فلفل سفید	۰/۴۵
۱۲		روغن مایع	۹
۱۳	آرد سوخاری گرانوله (بردینگ)		۱۰۰
۱۴	آرد فرموله (پری داستر)		۱۰۰
۱۵	روغن مایع مخصوص سرخ کردنی		۲۰۰
۱۶	ظروف یکبار مصرف		۲ عدد
۱۷	کیسه بسته بندی		۲ عدد
جمع			۵۴۲۵۰

قیمت تمام شده (مواد اولیه) برای هر کیلو کیلکای سوخاری با لعاب تمپورا ۵۴۲۵۰ ریال می باشد.

جدول ۸-۲) قیمت تمام شده برای یک کیلوگرم کیلکای سوخاری با لعاب معمولی

ردیف	نام کالا	مقدار (گرم)	قیمت (ریال)
۱	کیلکا	۱۰۰۰	۱۸۰۰۰
۲	لعاب معمولی (۱۰۰ گرم)	آرد گندم	۶۳۰
۳		پودر سفیده تخم مرغ	۶۸۰۰
۴		آبلیمو	۹
۵		نمک	۱۲
۶		فلفل سفید	۱۸۰
۷	آرد سوخاری گرانوله (بردینگ)	۱۰۰	۳۶۰۰
۸	آرد فرموله (پری داستر)	۱۰۰	۴۰۰۰
۹	روغن مایع مخصوص سرخ کردنی	۲۰۰	۹۰۰۰
۱۰	ظروف یکبار مصرف	۲ عدد	۵۰۰۰
۱۱	کیسه بسته بندی	۲ عدد	۵۰۰۰
	جمع		۵۲۲۳۱

قیمت تمام شده (مواد اولیه) برای هر کیلو کیلکای سوخاری با لعاب معمولی ۵۲۲۳۱ ریال می باشد.

منابع

۱. استاندارد ۳۵۸۰، (۱۳۷۴). آزمون حسی، روش شناسی و روش های نمونه برداری. تشخیص عطر و طعم. چاپ اول. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۲. استاندارد ۵۲۷۲، (۱۳۷۹). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- شمارش کلی میکروارگانیسم ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۳. استاندارد ۵۶۲۵، ۱۳۸۰. استاندارد ماهی کیلکای پاک شده به صورت منجمد. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۴. استاندارد ۲۶۲۹، (۱۳۸۵). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- شمارش کلی میکروارگانیسم ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۵. استاندارد شماره ۱۱۱۶۶. ۱۳۸۷ «میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کلی فرم ها - روش شمارش کلنی»، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۶. استاندارد ۶۸۰۶-۱. شمارش استافیلوکوکهای کوآگولاز مثبت (اورئوس و سایر گونه ها). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
۷. استاندارد ۱۰۸۹۹-۱ روش شناسائی آلودگی های قارچی (کپک ها و مخمر ها) در مواد غذایی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۸. پزشکی، س.، م. رضائی و ه. حسینی، ۱۳۹۰. اثر ضدباکتریایی و ضداکسیداسیونی عصاره موسیر بر زمان ماندگاری ماهی قزل آلا در شرایط نگهداری سرد ۴ درجه سانتیگراد. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۶، شماره ۲، ص. ۱۹-۱۱.
۹. جلیلی؛ س.ح.، ۱۳۸۸، بررسی کیفیت و پتانسیل اقتصادی تولید کباب کوبیده از گوشت ماهیان کپور نقره ای، کیلکای دریای خزر و کوسه در استان آذربایجان شرقی.، گزارش نهایی طرحهای تحقیقاتی، مرکز ملی تحقیقات شیلات ایران، شماره ثبت ۷۵۶/ ۸۸.
۱۰. جرجانی، س. (۱۳۹۱). تعیین ارزش غذایی و زمان ماندگاری و پروفایل اسید چرب کیلکای نانی شده طی دوره نگهداری در سردخانه. رساله دکتری، دانشگاه ازاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
۱۱. حسینی، ه؛ قراگوزلو، س؛ تاج زاده، م؛ معینی، س؛ محمودزاده، م؛ خاکسار، ر؛ بررسی تعیین تغییرات شیمیایی و حسی ایجاد شده در خمیر ماهیان فیتوفاگ و بیگک هد پس از شستشو با آب نمک و فرمولاسیون بهینه آن در طی نگهداری در شرایط انجماد ۱۸- درجه سانتیگراد؛ مجله علمی شیلات ایران؛ ۱۳۸۸؛ (۳).
۱۲. خانی پور، ع.ا. ۱۳۸۵. اساس صید کیلکای خزر به وسیله نور زیر آبی. جزوه درسی دانشگاه گیلان

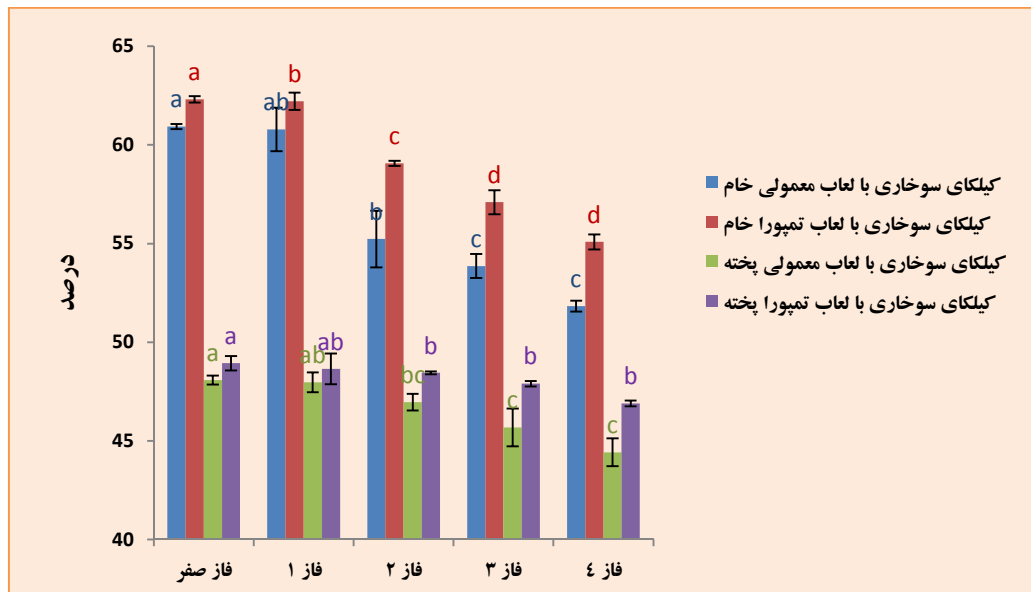
۱۳. خانی پور، ع.ا. (۱۳۹۰). بررسی تولید برگر تلفیقی از گوشت ماهی کیلکاو کپور نقره ای. گزارش پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان.
۱۴. دقیق روحی، ج.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مواد نگهدارنده بر عمر ماندگاری برگر ماهی فیتوفاگ. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۸۱ ص.
۱۵. رضائی، م. (۱۳۸۲). اثرات دما و مدت زمان نگهداری به حالت انجماد در تغییرات چربی ماهی کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*). پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس. ۹۵ ص.
۱۶. رضوی شیرازی، ح. ۱۳۸۰. تکنولوژی فرآورده های دریایی. انتشارات نقش مهر، ۹۲ ص.
۱۷. رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۵. تکنولوژی فرآورده های دریایی. انتشارات نقش مهر، ۲۲۲ ص.
۱۸. زکی پور رحیم آبادی، ا.، و ج. بکر، ۱۳۹۰. تأثیر چهار شیوه طبخ (مایکروویو، کباب کردن، بخارپز و سرخ کردن) روی اکسیداسیون چربی و ترکیب اسیدهای چرب در ماهی شیر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸، شماره ۳۱، ص ۶۱-۵۳.
۱۹. شجاعی، ا.، ۱۳۸۵. تهیه فیش فینگر از کپور ماهیان پرورشی شمال ایران. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. موسسه تحقیقات شیلات ایران ۱۳۲ ص.
۲۰. شویک لو، غ.، ۱۳۷۸. راهنمای تولید خمیر و فرآورده های خمیری ماهی. انتشارات نقش مهر ۸۲ ص.
۲۱. لسان پزشکی، ر.، ۱۳۸۴، تولید فیش برگر از ماهی فیتوفاگ و تعیین زمان ماندگاری آن با استفاده از مواد نگهدارنده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون دریایی گروه شیلات، واحد تهران شمال.
۲۲. مالک، ف. ۱۳۸۴، چربیها و روغنهای سرخ کردنی و تکنولوژی سرخ کردن. انتشارات مرز دانش. ۳۰۳ ص.
۲۳. مهندسین مشاور یکم. ۱۳۶۸. مجتمع فرآورده های کیلکا. صندوق مطالعاتی شیلات و آبزیان. ۱۴۶ صفحه.
۲۴. ناصری، م. (۱۳۹۰). تأثیر تیمارهای مختلف حرارتی و نوع محیط پرکننده بر میزان برخی عناصر معدنی (آهن، روی، مس، کلسیم و سدیم) بافت ماهی کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی فرآیند کنسروسازی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان.

25. A.O.A.C. 2002. Official method of analysis. (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
26. Albert, A., I. Perez-Munuera, A. Quiles, A. Salvador, S.M. Fiszman, and I. Hernando. 2009. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. Food Hydrocolloids, 23: 1443-1448.
27. Al-Bulushi, I.M., S.H., Kasapis, A. Al-Oufi, and S. Al-Mamari. 2005. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. Fisheries Science, 71: 648-654.
28. Aseinova.A.A. 1992. Scientific ground for regional distribution of commercial species in the Caspian sea. Fishery concern Kaspyba. CaspNIRKH. Astarkhan.
29. Aubourg S.; Lipid changes during long-term storage of canned tuna (*Thunnus alalunga*). ZLebensm Unters Forsch A.; 1998; 206: 33 – 37p.
30. Aubourg, S.P. and I. Medina. 1999. Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. J. Sci. Food Agric., 79: 1943-1948.

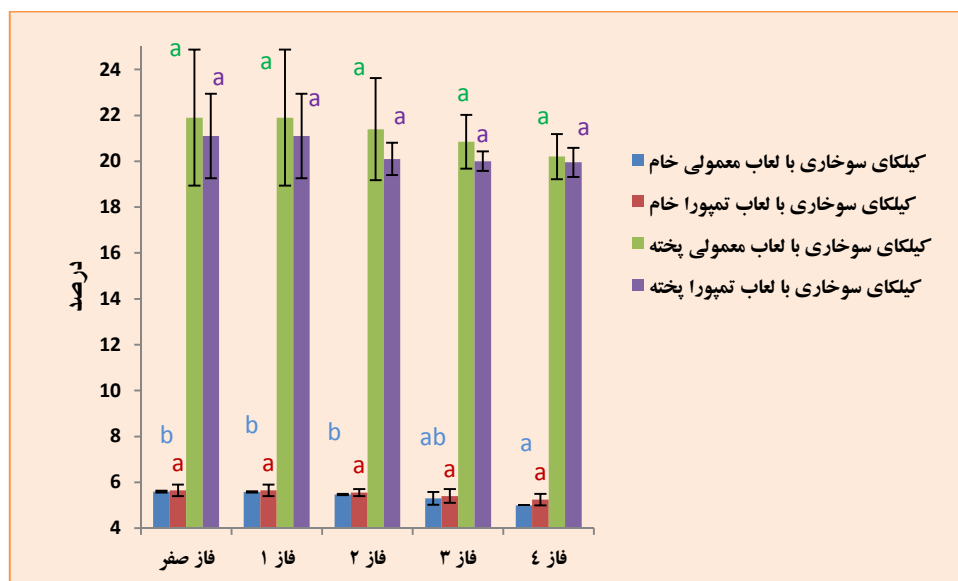
31. Aubourg, S.P., 2001. Review: interaction of malondialdehyde with biological olecules new trends about reactivity and significance. Int. J. Food Sci. Technol. 28: 323-335.
32. Baker.R.C. Darfler,J.(1979).Battered and Breaded Smelt.State University of Newyork.USA.
33. Bakar, J., E. Zaki pour Rahimabadi, and Y.B. CheMan. 2008. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorous guttatus*). LWT - Food Science and Technology. 41: 2144-2150.
34. Bochi, V.C., J. Weber, C.P. Ribeiro, A.M. Victório, and F. Emanuelli. 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. Bioresource Technology, 99: 8844-8849.
35. Cakli, S., L. Taşkaya, D. Kisla, U. Çelic, C.A. Ataman, A. Cadun, B. Kilinc, and R.H. Maleki. 2005. Production and quality of fish finger from different fish species. Eur. Food Res. Technol., 220: 526-530.
36. Chen, S.D., H.H. Chen, Y.C. Chao, and R.S. Lin. 2009. Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. Journal of Food Engineering 95: 359-364.
37. Dana, D., and I.S. Saguy. 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. Advances in Colloid and Interface Science, 128-130: 267-272.
38. Dogan, S.F., S. Sahin, and G. Summu. 2005. Effects of batters containing different protein types on the quality of deep-fat-fried chicken nuggets. European Food Research Technology, 220: 502-508.
39. Elyasi, A., E. Zaki pour Rahimabadi, M.A. Sahari, and P. Zare. 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers mde from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). International Food Research Journal, 17: 915-920.
40. Fan, W., J. Sun, Y. Chen, J. Qiu, Y. Zhang, and Y. Chi. 2009. Effect of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Food Chemistry, 115: 66-70.
41. FAO. 2010. State of world aquaculture: Fisheries Technical Paper, 500, Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.
42. Fiszman, S.M., and A. Salvador. 2003. Recent development in coating batters. Trends in Food Science and Technology, 14: 399-407.
43. Fiszman, S.M., 2008. Coating ingredients. Pages 253-290 in Ingredients in Meat Products. Tarte, R. ed. Springer, NY.
44. Gamble, M.H., P. Rice, and J.D. Selman. 1987. Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from CV record UK tubers. International Journal of Food Science and Technology, 22: 233-241.
45. Gaudant, J. 1991. Paleontology and history of clupeoid fishes. In H. Hoestlandt (ed.) The freshwater fishes of Europe. Aula Verlag, Wiesbaden, Germany, PP 32-44.
46. Gennadios, A., M.A. Hanna, and L.B. Kurth. 1997. Application of edible coating on meats, poultry and seafoods: A review. Lebensm.-Wiss. U.-Technology, 30: 337-350.
47. Hall, G.M. 2011. Fish Processing- Sustainability and New Opportunities, Blackwell Publishing.
48. Ihm, C.W., J.S. Kim, D.S. Joo, and H.E. Lee. 1992. Processing and quality stability of precooked frozen fish foods: (I) Processing of sardine burger. Hanquk Nonghwakak Hoechi. Journal of Korean Agriculture Chemical Society, 35: 254-259.
49. Izci, L., S. Bilgin, and A. Günlü. 2011. Production of fish finger from sand smelt (*Atherina boyeri*, RISSO 1810) and determination of quality changes. African journal of Biotechnology, 10(21): 4464-4469.
50. Johnston, W.A., Nicholson, F.J., Roger, A., Stroud, G.D. 1994. Freezing and refrigerated storage in fisheries, FAO Fisheries Technical Paper.
51. Kazanchev.E.N. 1981. Fish of the Caspian sea. Light and Food Industry. Moscow.
52. Kellenbarger S. 1961. Available lysine as an index of fish meal quality. Poult Science. Vol 40, PP 1756-1759.
53. Kilincceker, O., I.S. Dogan, and E. Kucukoner. 2009. Effect of edible coating on the quality of frozen fish fillets. LWT-Food Science and Technology, 42: 868-873.
54. Kolakowska, A., L. Zienkiewicz, Z. Domiszewski, and G. Bienkiewicz. 2006. Lipid changes and quality of whole and gutted Rainbow trout during storage in ice. Acta Ichthyologicaet Piscatoria, 36 (1): 39-47.
55. Kose, S., H. Karacam, S. Kutlu, and M. Boran. 2001. Investigating the shelf-life of the anchovy fish called 'Hamsikusu' in frozen storage at -18±1°C. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 25: 651-656.
56. Krokida, M.K., V. Oreopoulou, Z.B. Maroulis. 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. Journal of Food Engineering, 44, 39-46.
57. Kuntz, L., 1997. The great cover- up: batters, breading and coating. Food Product Design, 7: 39-57.
58. Loewe, R., 1993. Role of ingredients in batter systems. Cereal Foods World, 38: 673-677.
59. Makinson, J.H., H. Greenfield, M.L. Wong, and R.B.H. Wills. 1987. Fat uptake during deep-fat coated and uncoated foods. Journal of Food Composition and Analysis 1: 93-101.
60. Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology, 14: 364-373.

61. Miranda, J.M., B. Martínez, B. Pérez, X. Antón, B.I. Vázquez, C.A. Fente, C.M. Franco, J.L. Rodríguez, and A. Cepeda. 2010. The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. 43 (8): 1271–1276.
62. Mohamed, S., N.A. Hamid, and M.A. Hamid. 1998. Food components affecting the oil absorption and crispness of fried batter. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 39-45.
63. Moradi, Y., J. Bakar, Y.C. Man, and S. Kharidah. 2010. Fat uptake evaluation in fried fish fillet by using Scanning Electron Microscopy (SEM). *Iranian Journal of fisheries Science*, 9(2): 327-336.
64. Moreira, R.G., X.Z. Sun, and Y.H. Chen. 1997. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 31: 485-498.
65. Natseba, A., I. Lwalinda, E. Kakura, C.K. Muyanja, J.H. Muyonga. 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Research International*, 38: 469-474p.
66. Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*, Fourth Edition, John Wiley and Sons Publishing.
67. Pacheco-Aguilar, R., M.E. Lugo-Sachez, and R. Robles-Burgueno. 2002. Postmortem biochemical and functional of Monterey Sardine muscle stored at 0°C. *Journal Food Science*, 65: 40-47.
68. Peralta, E., Hatate, H., Watanabe, D., Kawabe, D., Murata, H., Hama, Y., et al. (2005). Antioxidative activity of Philippine salt-fermented shrimp paste and variation of its contents during fermentation. *Journal of Oleo Science*, 54, 553–558p.
69. Pons-Sanchez-Cascado, S, M.C. Vidal-Carou, M.L. Nunes, and M.T. Veciana-Nogues. 2006. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. *Food Control*, 17: 564–569.
70. Ravindernathan, N., P. Thankamma, and R. Gopakumar. 1982. Biochemical changes of fish fingers held at frozen storage. *Fishery Technology*, 19: 19-23.
71. Rodriguez, A., N. Carriles, M. Cruz, and J.P. Aubourg. 2008. Changes in the farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5 °C). *LWT-Food Science and Technology*, 41: 1726-1732.
72. Sanz, T., A. Salvador, and S.M. Fiszman. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloids*, 18: 127–131.
73. Sayar, S., 2001. A study on production of croquet from whiting fillets (*Merlangius merlangius euxinus* L., 1758). Undergraduated thesis. Ege University, Faculty of Fisheries, p. 25.
74. Smith R. E., and Sscott H. M. 1965. Biological evaluation of fish meal protein as source of amino acids for the groeing chick. *Poult Science*. Vol 44, PP 394- 400.
75. Taşkaya, L., S. Çakli, D. Kişla, B. Kiliç. 2003. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20: 147-154.
76. Tokur, B., S. Ozkütük, E. Atici, G. Ozyurt, and C.E. Ozyurt. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*), during frozen storage (-18°C). *Food Chemictry*, 99: 335-341.
77. Venugopal, V., 2006. *Seafood Processing*. CRC Press. 485 p.
78. Verma, J.K., and Srika, L.N 1994. Protein and Lipid Changes in Pink Perch (*Nemipterus japonicas*) Mince During Frozen Storage. *Journal of Food Scince and Technology*, 31: 238-240.
79. Vidya, S.R.G., and L.N. Srikar. 1996. Effect of preprocess ice storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen. *Asian Fisheries Science*, 9: 109-114.
80. Wanstedt, K.G., S.C. Seideman, and L.S. Donnelly. 1981. Sensory attributes of precooked, calcium alginatecoated pork patties. *J. Food Protec.*, 44: 732-735.
81. Widayaka, K., T. Setyawardani, and J. Sumarmono. 2001. The effect of storage and cooking on lipid oxidation of raw and cooked beef and goat meat. *APJCN* 10 (Suppl). S48.
82. Xue, J., and M. Ngadi. 2006. Rheological properties of batter systems formulated using different flour combination. *Journal of Food Engineering*, 77: 334-341.
83. Yazdan, M., B. Jamilah, C.M. Yaakob, and K. Sharifah. 2009. Moisture, fat content and fatty acid composition in breaded and non-breaded deep-fried black pomfret (*Parastromatens niger*) fillets. *International Food Research Journal*, 16: 225-231.

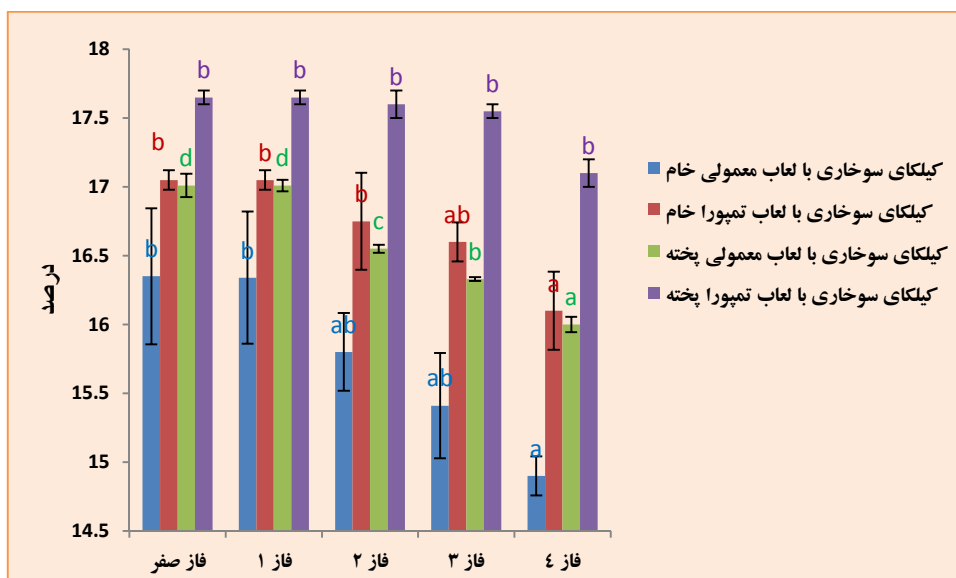
پیوست



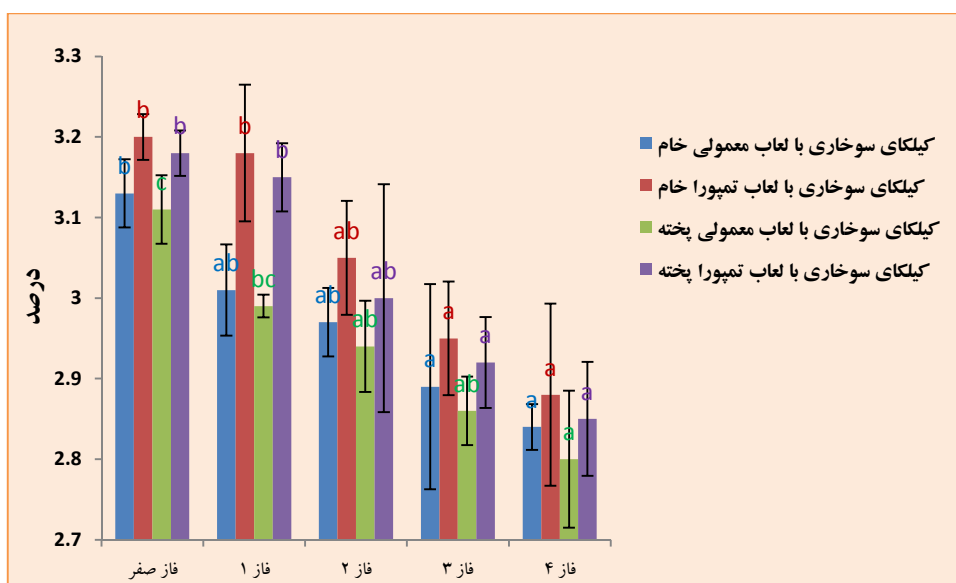
نمودار ۱) تغییرات شاخص رطوبت در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



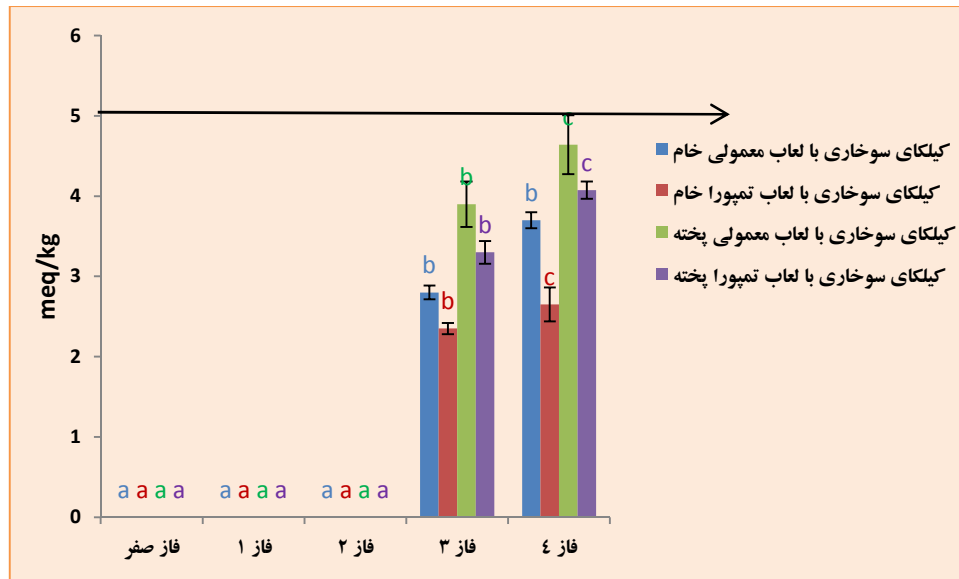
نمودار ۲) تغییرات شاخص چربی در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



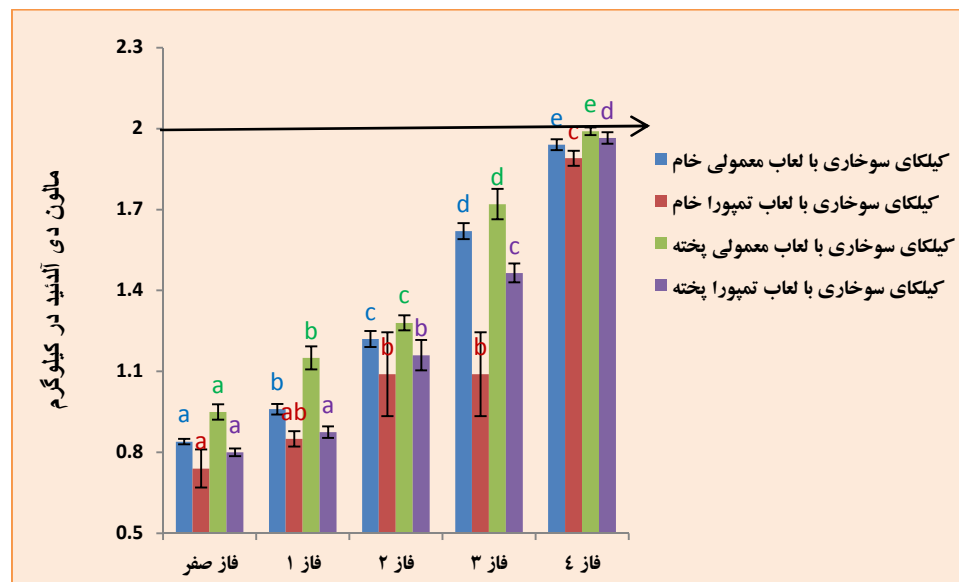
نمودار ۳) تغییرات شاخص پروتئین در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



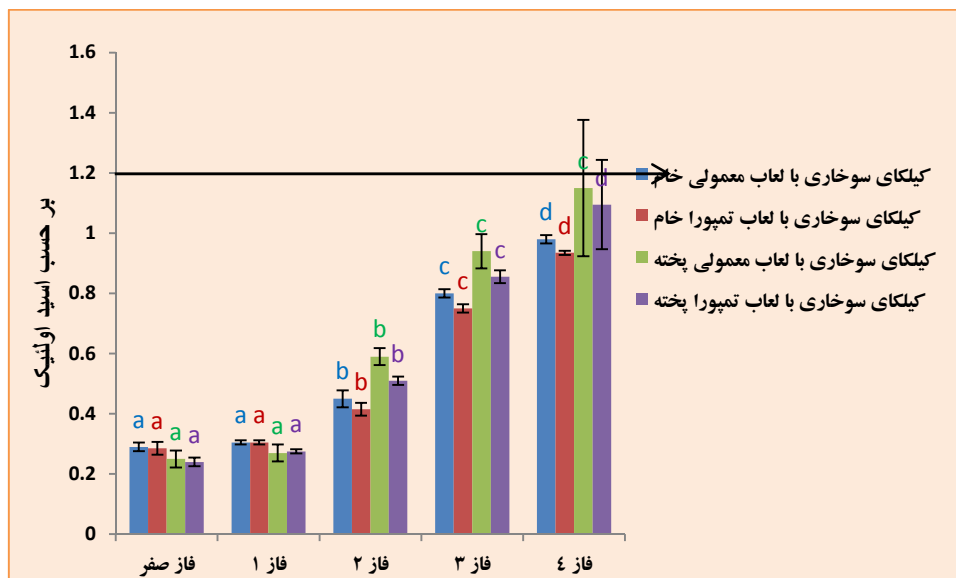
نمودار ۴) تغییرات شاخص خاکستر در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



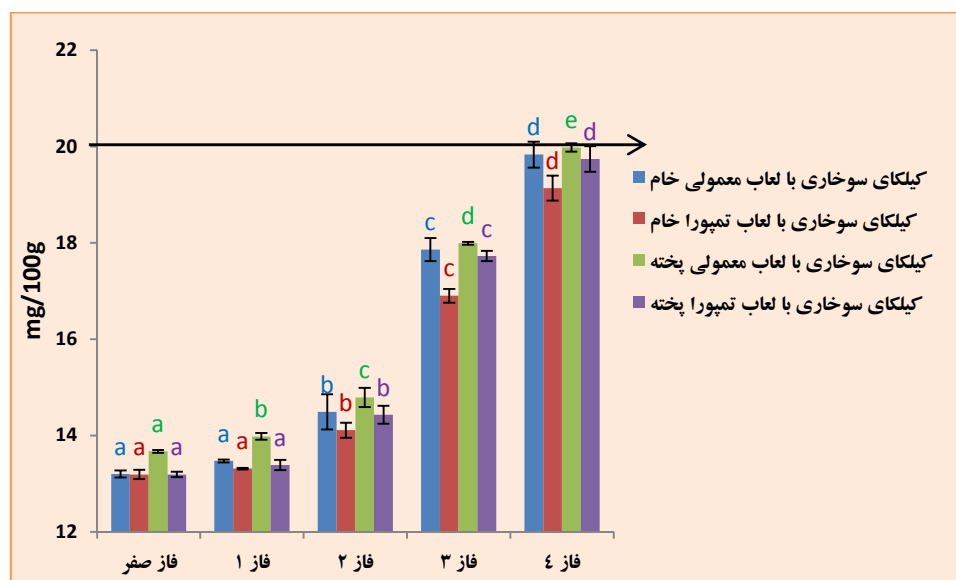
نمودار ۵) تغییرات شاخص پراکسید در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



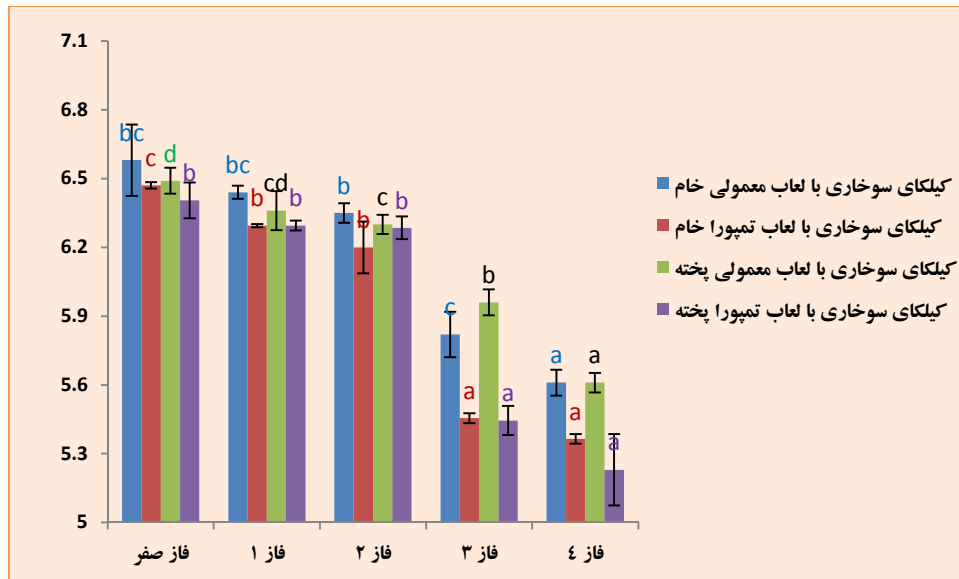
نمودار ۶) تغییرات شاخص TBARS در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



نمودار ۷) تغییرات شاخص FFA در ۴ تیمار کیلکای سوخاری طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)



نمودار ۸) تغییرات شاخص TVB-N در ۲ تیمار خام و پخته طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)

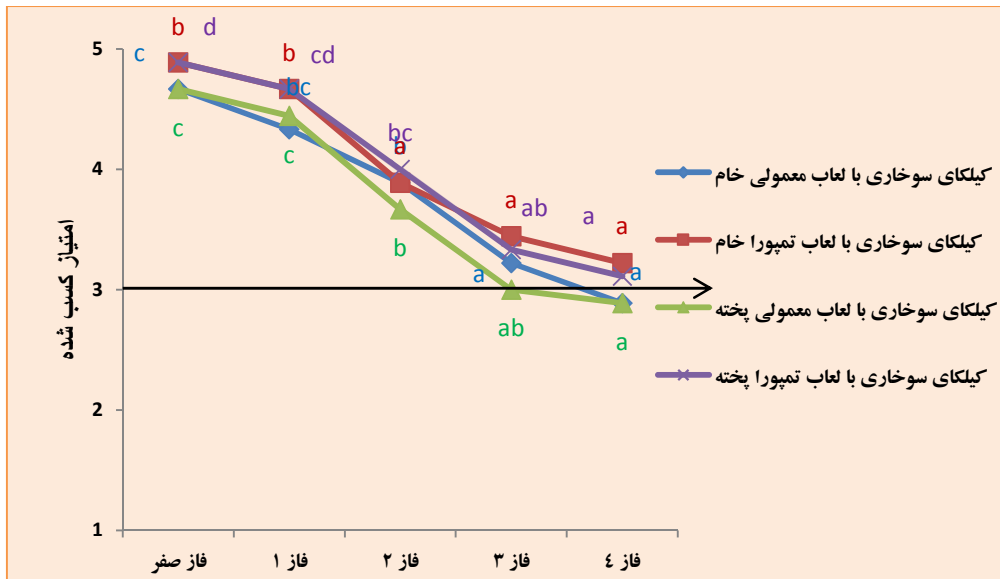


نمودار ۹) تغییرات شاخص pH در ۲ تیمار خام و پخته طی نگهداری در دمای انجماد (۱۸- درجه سلسیوس)

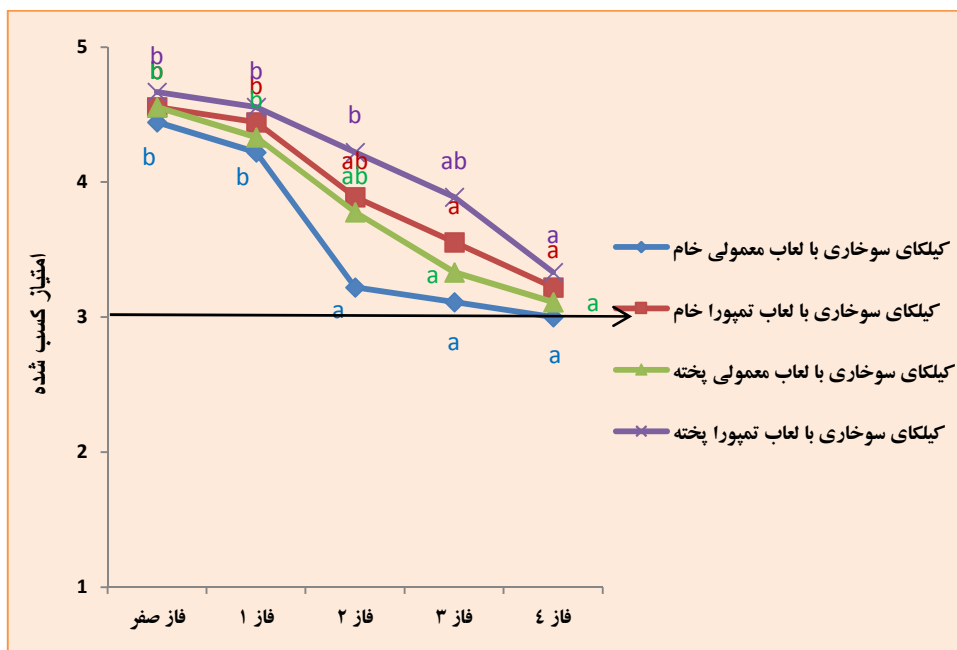
جدول ۱) آنالیز میکروبی کیلکای سوخاری خام و سرخ شده با لعاب معمولی و تمپورا طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

شاخص میکروبی	تیمار	زمان تولید	پس از یکروز	پس از یکماه	پس از دو ماه	پس از سه ماه
TBC	۱	۴/۶۵±۰/۰۰ ^c	۴/۲۵±۰/۰۲ ^c	۳/۶۲±۰/۱۱ ^b	۳/۵۲±۰/۰۳ ^b	۳/۲۱±۰/۰۳ ^a
	۲	۵/۵۰±۰/۵۶ ^c	۵/۱۵±۰/۱۲ ^c	۴/۳۲±۰/۰۳ ^b	۳/۹۵±۰/۰۱ ^b	۳/۱±۰/۰۹ ^a
	۳	۲/۹۵±۰/۰۲ ^b	۳/۰۰±۰/۰۰ ^b	۲/۸۴±۰/۰۷ ^b	۲/۱۸±۰/۱۵ ^a	۲/۰۲±۰/۱۱ ^a
	۴	۲/۶۹±۰/۸۳ ^b	۲/۶۸±۰/۰۶ ^b	۲/۵۵±۰/۱۱ ^b	۲/۱۲±۰/۰۹ ^a	۲/۱۴±۰/۰۲ ^a
TC	۱	۳/۴۹±۰/۳۲ ^b	۳/۳۶±۰/۰۲ ^b	۳/۱۵±۰/۰۱ ^b	۲/۶۲±۰/۱۵ ^a	۲/۳۸±۰/۰۱ ^a
	۲	۳/۶۵±۰/۰۰ ^b	۳/۵۶±۰/۱۵ ^b	۳/۴۵±۰/۲۲ ^b	۲/۷۶±۰/۰۳ ^a	۲/۵۸±۰/۱۱ ^a
	۳	۱/۸۴±۰/۴۰ ^b	۱/۵۶±۰/۰۱ ^a	۱/۴۲±۰/۰۷ ^a	۱/۳±۰/۲۲ ^a	۱/۲۱±۰/۲ ^a
	۴	۱/۶۰±۰/۰۵ ^b	۱/۱۲±۰/۰۳ ^a	۱/۰۵±۰/۰۸ ^a	۱/۰۲±۰/۰۳ ^a	۱/۰۰±۰/۰۳ ^a
شمارش باکتریهای سرمادوست	۱	۴/۴۳±۰/۱۳ ^c	۳/۰۰±۰/۰۰ ^b	۲/۹۰±۰/۰۳ ^b	۲/۶۶±۰/۱۲ ^b	۲/۴±۰/۰۸ ^a
	۲	۴/۲۰±۰/۰۳ ^c	۲/۷۳±۰/۰۳ ^b	۲/۶۳±۰/۰۷ ^b	۲/۳۸±۰/۰۵ ^b	۱/۹±۰/۲۴ ^a
	۳	۰	۰	۰	۰	۰
	۴	۰	۰	۰	۰	۰
شمارش کپک و مخمر	۱	۰/۸۸±۰/۳۱ ^a	۰	۰	۰	۰
	۲	۰/۹۸±۰/۰۵ ^a	۰	۰	۰	۰
	۳	۰	۰	۰	۰	۰
	۴	۰	۰	۰	۰	۰
شمارش باکتریهای استافیلوکوک	۱	۲/۸۵±۰/۱۲ ^a	۲/۵۷±۰/۰۳ ^b	۲/۳۲±۰/۳۲ ^c	۲/۱۷±۰/۱۷ ^d	۲±۰/۱۸ ^c
	۲	۲/۳۸±۰/۳۰ ^a	۲/۱۴±۰/۲۶ ^b	۱/۸۷±۰/۳۲ ^c	۱/۵۴±۰/۲۵ ^d	۱±۰/۲۱ ^c
	۳	۰	۰	۰	۰	۰
	۴	۰	۰	۰	۰	۰

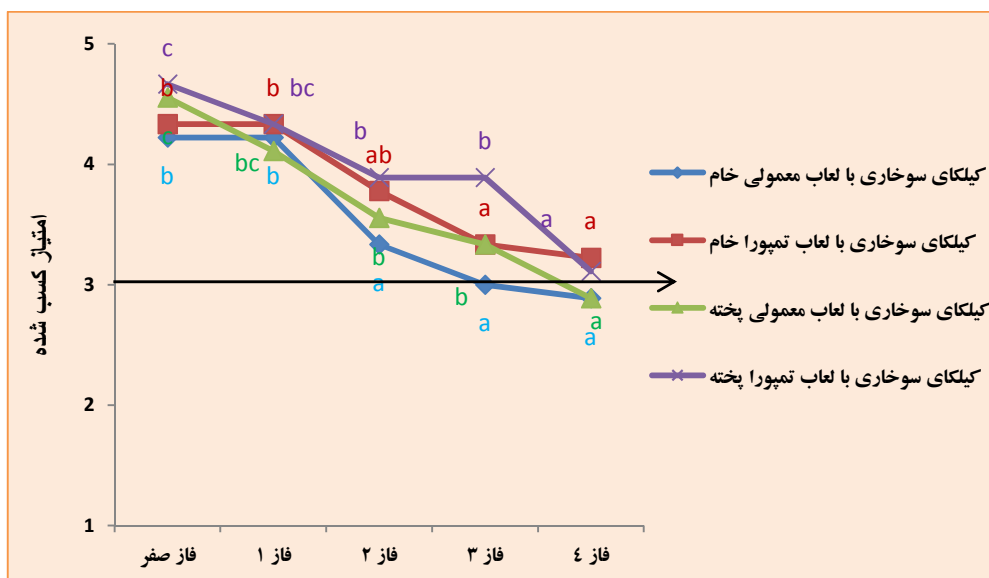
میانگین+ انحراف معیار. حروف کوچک مشابه و غیر مشابه نشان دهنده وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین فازهای مختلف نمونه برداری در هر تیمار می باشد



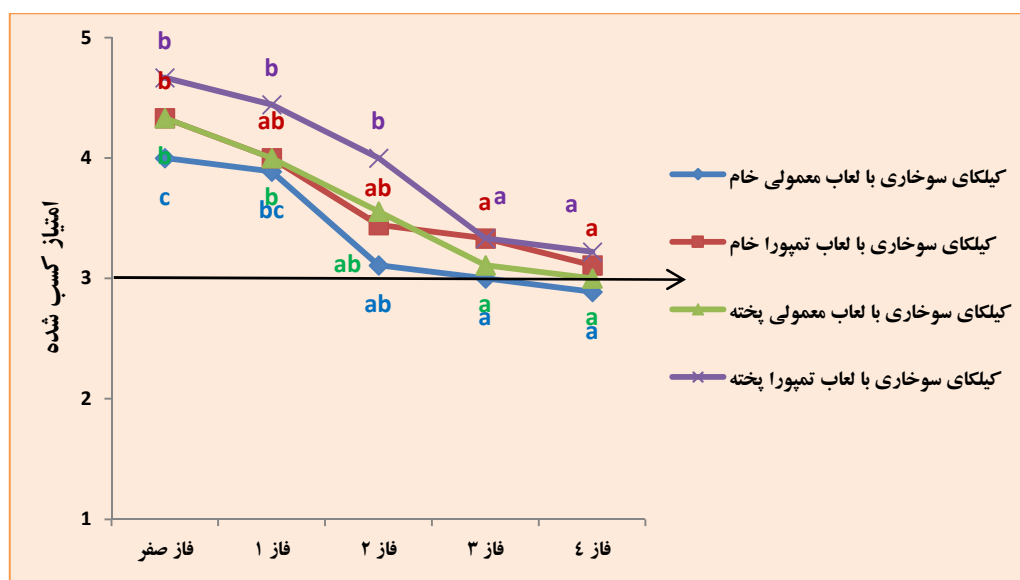
نمودار ۱۰) تغییرات شاخص بو در ۴ تیمار کیلکای سوخاری در زمان تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس



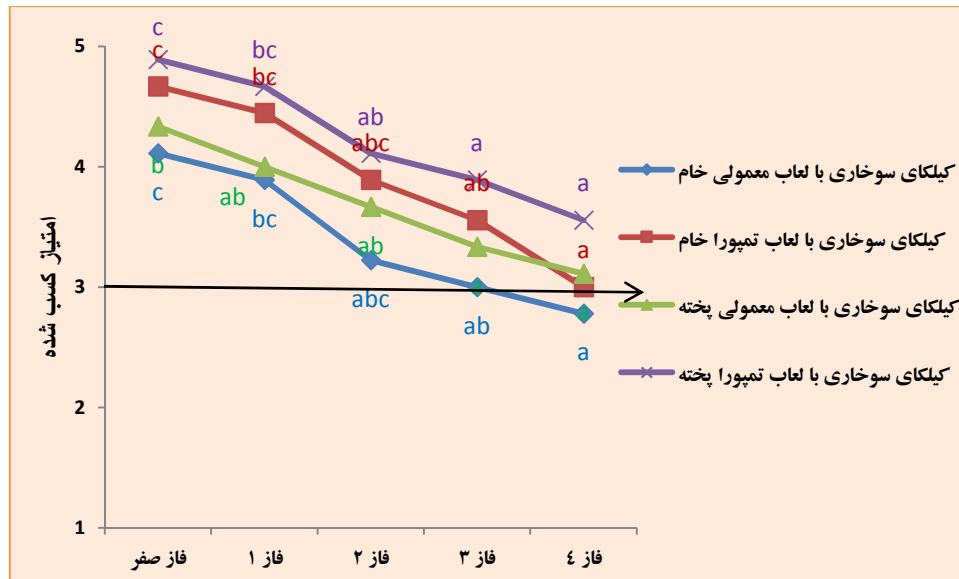
نمودار ۱۱) تغییرات شاخص طعم و مزه در ۴ تیمار کیلکای سوخاری در زمان تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس



نمودار ۱۲) تغییرات شاخص بافت در ۴ تیمار کیلکای سوخاری در زمان تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس



نمودار ۱۳) تغییرات شاخص تردی در ۴ تیمار کیلکای سوخاری در زمان تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس



نمودار ۱۴) تغییرات شاخص چسبندگی لعاب در ۴ تیمار کیلکای سوخاری در زمان تولید و نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس

Abstract

The aim of this study was investigated to produce of new product using by Caspian Sea Anchovy (Kilka) with different sensory and textural properties. To achievement this purpose, breaded kilka was coated (row and fried) using with common and Tempora batter. For determination of quality assessment and shelf life, samples were stored at freezer (-18°C). Results showed that frying of Breaded kilka affect total fat content and moisture, so that significant reduction in moisture value and increase in fat content of fried kilka was found in compared with raw breaded kilka ($p < 0.05$). Protein content of both treatments in compared with fresh fish meat was significantly different. Comparison of four treatments showed that a significant increase in the amount of peroxide, thiobarbituric acid and free fatty acids in fried kilka samples which indicates high fat oxidation during the frying process. Also total count of microorganisms and Coliforms was reduced after frying process. According to ICMSE Standard, all of samples had a high quality at processing time. According to the results, using of Tempora batter improved sensory properties of breaded kilka. Difference of taste, tenderness and adhesiveness of two types of batter in products was significant ($p < 0.05$) as the sensory properties of breaded kilka with Tempora batter in compared with common batter were high in different phase of storage. with due attention to progressing of oxidative deterioration in breaded kilka at forth months after production and decreased of sensory properties, we found that the shelf life of row, fried breaded kilka was 3 month at frozen condition (-18°C).

Keywords: Breaded Kilka, Tempora batter, Heating process, Nutritional value, chemical and microbial quality, sensory evaluation, shelf life.

**MINISTRY OF JIHAD – E – AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION AND EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES SCIENCE RESEARCH INSTITUTE- Aquatics Fish Processing
Research Center**

Title: Investigation on the effects of different batters on quality of breaded kilka

Approval No.: 2-12-12-9023

Author: Massoumeh Rahnama sangachini

Executer: Massoumeh Rahnama sangachini

Collaborators: Y. Moradi, F. Khodabandeh, H. Salehi, SH. Jalili, F. Rafipour, M. Vatandoost, M. Seifzadeh, A. Fahim, S. Kamali, F. Lagzaii, A. Kochakian, A.A. Khanipor

Advisor(s): -

Supervisor: -

Location of execution: Guilan province

Date of Beginning: 2012

Period of execution: 2 year

Publisher : *Iranian Fisheries Science Research Institute*

Date of publishing : 2016

**All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted
without indicating the Original Reference**

**MINISTRY OF JIHAD – E – AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION AND EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Seafood Processing Research
Center**

Project Title:

**Investigation on the effects of different batters on quality
of breaded kilka**

Executor :

Massoumeh Rahn timer Sangachini

Register No.

46632